

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

**МОДЕЛИРОВАНИЕ
И СИТУАЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ
КАЧЕСТВОМ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ**

Третья Всероссийская научная конференция

Молодежная секция

17–21 апреля 2022 г.

Сборник докладов



Санкт-Петербург
2022

УДК 001(042.3)
ББК 72я43
М74

М74 Моделирование и ситуационное управление качеством сложных систем: Третья Всероссийская научная конференция (СПб., 17–21 апреля 2022 г.). Молодежная секция: сб. докл. СПб.: ГУАП, 2022. 271 с.

ISBN 978-5-8088-1733-3

Сборник содержит доклады студентов – участников Третьей Всероссийской научной конференции. Представленные материалы отражают весь спектр направлений научных работ, проводимых Институтом фундаментальной подготовки и технологических инноваций ГУАП. Они посвящены актуальным проблемам создания новейшей техники и технологий, конкурентоспособной наукоемкой продукции с учетом экологических норм и требований, а также проблемам управления наукоемкими инновациями.

Оргкомитет конференции

Председатель оргкомитета:

В. В. Окрепилов – академик РАН, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой метрологического обеспечения инновационных технологий и промышленной безопасности

Члены оргкомитета:

Ю. А. Антохина – доктор экономических наук, профессор, ректор ГУАП

А. А. Оводенко – доктор технических наук, профессор, президент ГУАП

А. О. Смирнов – доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой высшей математики и механики

В. Г. Фарафонов – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной математики

Е. А. Фролова – доктор технических наук, доцент, директор Института фундаментальной подготовки и технологических инноваций

А. В. Колыльцов – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой физики

ISBN 978-5-8088-1733-3

© Санкт-Петербургский государственный
университет аэрокосмического
приборостроения, 2022

УДК 523.64

М. А. Долгова

студент кафедры высшей математики и механики

Г. Л. Плехоткина

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель

ПОЮЩАЯ КОМЕТА

Комета – небесное тело, обращающееся вокруг центральной массы по орбите. Кометы состоят из: ядра – твердая часть кометы, в которой сосредоточена почти вся ее масса; комы – окружающая ядро светлая туманная оболочка чашеобразной формы, состоящая из газов и пыли; хвоста – слабый светящийся шлейф, который в результате действия солнечного ветра чаще всего направлен в противоположную от звезды сторону. Кома и иногда хвост образуются при приближении к звезде [1].

Среди комет можно выделить долго- и короткопериодические, имеющие период менее 200 лет или наблюдаемые в течение более чем одного прохождения перигелия. В настоящее время обнаружено более 400 короткопериодических комет [2]. Самая знаменитая – комета Галлея с периодом обращения 75,31 лет. Это единственная из комет, легкодоступная для наблюдения невооруженным глазом [1]. Следующее ее приближение к Земле ожидается до 28.06.2061.

Комета 67P/Чурюмова-Герасименко также относится к короткопериодическим кометам ($T = 6,45$ лет). Ее орбита менялась следующим образом: до 1959 г. перигелий кометы находился на расстоянии примерно 2,7 а. е. от Солнца, а в результате гравитационного воздействия с Юпитером это расстояние сократилось до 1,29 а. е., что остается справедливым по настоящее время [3].

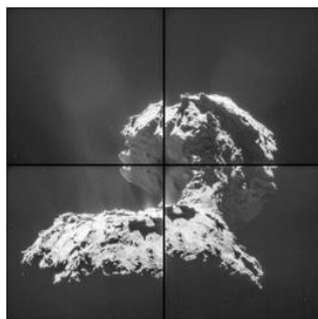


Рис. 1. Мозаика, составленная из первых снимков кометы 67P

Объект 67P является первой кометой, на орбиту которой выведен космический аппарат (АМС «Розетта»), запущенный 2 марта 2004 г. Путешествие к комете продлилось 10 лет. «Розетту» разработали и построили специалисты Европейского космического агентства (ESA) в сотрудничестве с NASA. Аппарат состоит из двух частей: собственно «Розетты» (Rosetta space probe) и спускаемого аппарата «Филы» (Philae lander). Общая масса конструкции примерно 3 т, а «Филы» – 100 кг. Аппарат перемещался с помощью 24 двигателей, энергию получал от двух солнечных батарей, а на начальном этапе имел небольшой запас топлива [3]. «Розетта» совершила несколько гравитационных маневров и, наконец, 12 ноября 2014 г. произошла первая в мире мягкая посадка спускаемого аппарата «Филы» на поверхность кометы [4]. Так как посадка проходила в незапланированном режиме (гарпуны не смогли зацепиться за поверхность кометы), модуль проработал лишь несколько суток, после чего 15 ноября 2014 г. перешел в режим ожидания вследствие разрядки батарей. Перед посадкой КА «Филы» успел передать множество данных о составе и происхождении кометы [5]. Они опровергли прежние представления человечества о кометах. Некоторые уже проанализированы и исследуются учеными. Полет

АМС «Розетта» закончился 30 сентября 2016 г., в результате спланированной жесткой посадки на комету Чурюмова – Герасименко. Такое окончание эксперимента было задумано с самого начала, все основные задачи миссии были выполнены. Даже если оставить «Розетту» в спящем режиме, пока она делает еще один оборот вокруг Солнца, скорее всего, выйти из спячки она уже не сможет – резервы энергии практически исчерпаны. Запустив аппарат к комете, ученые надеялись успеть получить еще ряд ценных сведений до момента падения аппарата. Для этого исследователи отправили «Розетту» в последний путь в район впадины Дейр эль-Медина на поверхности кометы, поскольку они предполагали, что в этой огромной яме могут происходить интересные для науки процессы.

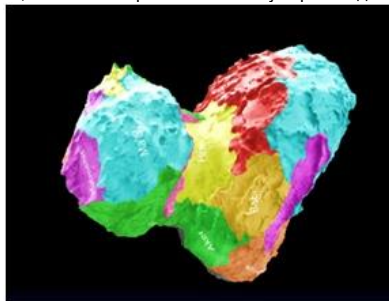


Рис. 2. Снимок – интерактивная карта кометы Чурюмова – Герасименко

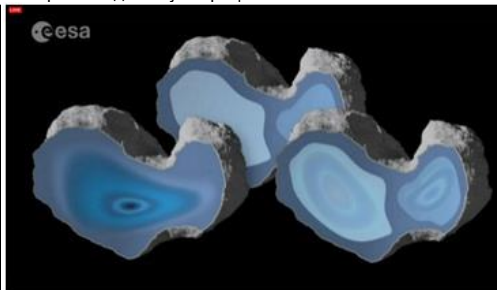


Рис. 3. Строение кометы Чурюмова – Герасименко

По результатам исследований составлена интерактивная карта поверхности кометы 67P с выделением нескольких областей, каждая из которых характеризуется особой морфологией (рис. 2) [6][https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D1%82%D1%82%D0%B0_\(%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B0%D0%BF%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D1%82%D1%82%D0%B0_(%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B0%D0%BF%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82)) - cite_note-27. УФ-спектрограф Alice «Розетты» не обнаружил спектральных линий, указывающих на наличие ледяных участков поверхности кометы; в то же время фиксируются водород и кислород в коме.

Поскольку изменений ускорения, связанных с неоднородностью структуры материала ядра, обнаружить не удалось, можно заключить, что центральное тело является однородным, но весьма рыхлым – ученые подсчитали, что оно на 75% состоит из частиц пыли и на 25% – из водяного льда. Температура на освещенной стороне кометы колеблется между 110 К и 130 К. Масса объекта 67P составляет примерно 1013 кг, а период вращения вокруг своей оси составляет 744 мин (примерно 12,5 ч). Южный полюс кометы, который на протяжении большей части периода обращения вокруг Солнца (5,5 лет) находится в состоянии полярной ночи, богат водой и углекислым газом.

В структуре 67P были найдены небольшие округлые блоки, которые ученые назвали «кометезималиями» – предполагается, что это первичные строительные элементы, сформировавшие комету несколько миллиардов лет назад. Кроме того, нашлись доказательства того, что необычная форма 67P (ее называют «резиновой уточкой») – результат состоявшегося когда-то давно слияния двух комет. Ядро кометы имеет неправильную форму и в первом приближении может быть описано как состоящее из двух частей (рис. 3). Размеры этих фрагментов составляют 4,1×3,2×1,3 км (большая часть) и 2,5×2,5×2,0 км (меньшая часть), объем – 25 км³.

На поверхности кометы обнаружены балансирующие скалы – крупные камни, находящиеся в таком состоянии неустойчивого равновесия, что применение к ним даже небольшой силы, провоцирует их совершать колебательные движения. Значение ускорения свободного падения на комете примерно 2,6 м/с². Кроме того, найдены молекулы 16 органических соединений, в том числе в коме – угарный и углекислый газы. Также «Розетта» показала наличие на поверхности кометы полимерных молекул, образовавшихся под действием космической радиации, и полное отсутствие ароматических соединений. На комете выявлено более сотни образований из льда, превращающегося в пар при приближении ко-

меты к Солнцу. Этот пар смешан с частицами космической пыли. В 2016 г. на комете найден иней. После анализа свыше 3 тысяч образцов, взятых в окрестностях кометы, сделан вывод о содержании в коме молекулярного кислорода.

Тот факт, что на комете Чурюмова – Герасименко присутствуют вода, углерод, метан, аммиак и прочие элементы, необходимые для сборки более сложных органических молекул, позволяет ученым предполагать, что эти материалы могли доставить на Землю именно кометы, поспособствовав возникновению жизни.

Данные научных инструментов орбитального зонда показали, что на протяжении последних шести месяцев количество пыли, которую выбрасывает комета, растет. Также регистрировался общий рост темпов глобального выброса водяного пара – с 0,3 л/с в начале июня 2014 г. до 1,2 л/с в конце августа 2014 г. К пару подмешиваются СО и СО₂, а состав комы колеблется в течение суток [7].

Постоянное магнитное поле на комете отсутствует. Магнитометр «Розетты» уловил низкочастотные колебания грунта, физический механизм которых остается неизвестным. Космическая «песня» кометы имеет частоту 40 – 50 мГц. Это диапазон, находящийся за границами человеческого слуха, составляющий 20 Гц – 20 кГц. Ученые увеличили частоту мистической «песни» в 10 000 раз, получив звуковой ряд, который человек способен воспринять на слух [7]. Существует мнение, что «песня» кометы рождается в результате магнитных взаимодействий между кометой, газом и Солнцем. Испаряющийся с поверхности кометы лед ионизируется с помощью ультрафиолетового излучения Солнца. Ионизированное облако создает барьер на пути радиоактивного солнечного ветра. Колебания, вызываемые взаимодействием магнитного и электрического полей между почти несуществующей атмосферой кометы и солнечным ветром, по-видимому, и могут быть причиной странных шумов, услышанных «Розетта» [8].

Кроме того, что 67P поет, можно сказать, что комета еще и издает неприятный запах. Зафиксированные масс-спектрометрами «Розетты» газы представляют собой широкое разнообразие неприятных запахов. Сероводород придает комете запах тухлых яиц. Формальдегид добавляет запах смерти. Метан и аммиак объединяются в неприятные запахи, свойственные биологическим отходам. Дioxid серы придает комете острый запах уксуса. Другие соединения добавляют остроты. Этот вывод удивляет. Считалось, что комета должна выделять только окись и двуокись углерода пока не приблизится к Солнцу.

Ожидается, что на изучение всех данных, полученных в ходе операции «Розетты», уйдут десятилетия. Эти исследования, несомненно, смогут дополнить наши знания о кометах и о космосе, но это не сумеет утолить жажду знаний человеческого разума. В будущем человечество будет совершать новые и новые экспедиции на другие кометы, планеты, системы, которые будут расширять границы наших знаний о Вселенной.

Библиографический список

1. Владимир Сурдин // Большая энциклопедия астрономии. Кометы. М.: Эксмо, 2012. С. 169–171.
2. Список короткопериодических комет // Википедия – свободная энциклопедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_короткопериодических_комет (дата обращения: 21.05.21).
3. Жизнь, приключения и финал «Розетты» // Российская газета. URL: <https://rg.ru/articles/rosetta-fin/> (дата обращения: 10.11.21).
4. The European Space Agency // Three touchdowns for Rosetta's lander. URL: http://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Rosetta/Three_touchdowns_for_Rosetta_s_lander (дата обращения: 07.06.21).
5. 67P/Чурюмова-Герасименко // Википедия – свободная энциклопедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/67P/Чурюмова_—_Герасименко<https://ru.wikipedia.org/wiki/67P/Чурюмова-Герасименко> (дата обращения: 21.05.21).
6. The European Space Agency // View Rosetta's Comet. URL: <https://sci.esa.int/comet-viewer/> (дата обращения: 07.06.21).
7. «Песню» кометы Чурюмова – Герасименко выложили в Сеть // Российская газета. URL: <https://rg.ru/2014/11/14/kometa-pesnia-site.html> (дата обращения: 07.06.21).
8. Земля. Хроники жизни. URL: <https://earth-chronicles.ru/news/2015-01-13-75297> (дата обращения: 21.05.21).

УДК 57549

О. А. Жаренов

студент кафедры высшей математики и механики

Л. П. Вершинина

доктор технических наук, доцент – научный руководитель

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВРЕМЕННОГО РЯДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

В условиях современного информационного взрыва, когда количество информации увеличивается экспоненциально, все большую популярность приобретает «Data Science» – междисциплинарная область, включающая в себя множество методов из различных разделов математики и искусственного интеллекта (машинное обучение), ориентированная на получение конкретных, практических результатов в науке, бизнесе, экономике и других сферах.

Одной из наиболее актуальных задач данной области является задача прогнозирования будущих значений временного ряда на основе его исторических значений. Поскольку в настоящее время организация любого масштаба имеет возможность накопления, обработки и анализа данных, что достигается на минимальном уровне за счет применения баз данных, специализированного программного обеспечения и наличия представлений у исследователя о природе и особенностях имеющейся у него информации, данная проблема охватывает все большие масштабы. Кроме того, в условиях повышения конкурентоспособности на рынке, необходима интеграция технологий и моделей, позволяющих отыскивать закономерности, строить прогнозы для последующего принятия решения специалистами. Все вышеперечисленное и обуславливает актуальность прогнозирования временных рядов методами машинного обучения.

Временной ряд – последовательность значений, описывающих протекающий во времени процесс, измеренных в последовательные моменты времени, как правило, с одинаковым периодом. В общей массе временные ряды классифицируют по наличию или отсутствию компонентов, таких как тренд и сезонность, а также по своему представлению на стационарные и нестационарные. В зависимости от наличия у ряда тех или иных компонент выбирается метод для его прогнозирования [2].

Рассмотрим некоторые методы и модели, применимые для прогнозирования временных рядов, сделав акцент на метод Хольта-Уинтерса, который будет применен ниже для решения задачи прогнозирования динамики спроса, и предшествующие ему модели экспоненциального сглаживания, необходимые для понимания устройства модели Хольта-Уинтерса:

1. Семейство моделей экспоненциального сглаживания.

1.1. Метод Брауна (простое экспоненциальное сглаживание):

$$S_t = \alpha \times y_{t-1} + (1-\alpha) \times S_{t-1}; \quad (1)$$

$$S_t = S_{t-1} + \alpha \times (y_{t-1} - S_{t-1}). \quad (2)$$

Данная модель не учитывает тренд и сезонность ряда, подходит для краткосрочного прогнозирования. Существует две формы записи: классическая (1) и наиболее удобная для восприятия (2), из которой наглядно видно, что прогноз осуществляется по предыдущему значению с учетом разницы между фактическим значением и модельным с поправкой α , значение которой определяет «быстроту» сглаживания. Также коэффициент α отвечает за силу влияния предыдущих значений на прогноз: чем меньше α , тем сильнее влияние предыдущих значений [1].

1.2. Метод Хольта-Уинтерса (двойное экспоненциальное сглаживание).

Данная модель учитывает локальный тренд, но не учитывает сезонность ряда. Как правило, используется линейный тренд, поскольку усложнение модели путем введения нелинейного тренда не дает особого выигрыша, но усложняет модель. Рассмотрим уравнения для линейного тренда в моменты времени t и $t-1$:

$$y_t = \alpha + b \times t, \quad (3)$$

$$y_{t-1} = \alpha + b \times (t-1). \quad (4)$$

Имея уравнения (3), (4), найдем локальный тренд:

$$y_t - y_{t-1} = \alpha + b \times t - \alpha + b \times (t-1) = b. \quad (5)$$

Исходя из полученного, делаем вывод о том, что тренд – тангенс наклона прямой или приращение значений, в случае описания тренда линейной функцией (5).

$$\hat{y}_{t+h} = s_t + h \times b_t, \quad (6)$$

$$s_t = \alpha \times y_{t-1} + (1-\alpha) \times (s_{t-1} + b_{t-1}), \quad (7)$$

$$b_t = \beta \times (s_t - s_{t-1}) + (1-\beta) \times b_{t-1}. \quad (8)$$

Данный метод предполагает построение линейных комбинаций для уровня (7) и тренда (8), а прогнозирование будущих значений производится по сформированной модели (6). Также добавляется новый коэффициент сглаживания для тренда. Идея прошлого метода сохраняется и расширяется, теперь значение уровня формируется за счет значения с поправкой на тренд и разницы между фактическим значением и поправкой уровня на тренд, что позволяет делать более надежные долгосрочные прогнозы [3].

1.3. Метод Хотльта-Уинтерса (тройное экспоненциальное сглаживание).

$$\hat{y}_{t+h} = s_t + h \times b_t + S_{t+h-T}, \quad (9)$$

$$s_t = \alpha \times (y_{t-1} - S_{t-T}) + (1-\alpha) \times (s_{t-1} + b_{t-1}), \quad (10)$$

$$b_t = \beta \times (s_t - s_{t-1}) + (1-\beta) \times b_{t-1}, \quad (11)$$

$$S_t = \gamma \times (y_t - s_{t-1} - b_{t-1}) + (1-\gamma) \times S_{t-T}. \quad (12)$$

Данная модель (9) учитывает тренд, сезонность и, как правило, из всех вышеперечисленных является наиболее часто применяемой на практике. Рассмотрим более детально каждую из компонент.

Значение тренда (11) остается неизменным относительно прошлой модели, т. е. сезонность не вносит влияния.

Значение сезонности (12) получается за счет двух слагаемых, первое из них выделяет сезонную компоненту путем вычитания из фактического значения модельного значения и тренда. Вторым вносит поправку предыдущее значение сезонности с учетом периода, т. е. если считаем сезонность для понедельника текущей недели, будем учитывать значение сезонности прошлого понедельника.

Значение уровня (10) формируется с сохранением логики предыдущих моделей, т. е. теперь из фактического значения ряда еще и вычитается значение сезонности [3].

2. Семейство моделей ARIMA. Текущие и последующие методы не будут разобраны подробно, а будет указана лишь основная идея и условия применения, в силу масштабности темы. Название данного семейства моделей переводится и расшифровывается как «авторегрессионное проинтегрированное скользящее среднее». Из названия можно понять, что данный метод сочетает в себе два других метода прогнозирования: авторегрессию и скользящее среднее. Разберемся более детально, как это сочетается.

Перед тем, как перейти к разбору авторегрессии и скользящего среднего заметим, что в названии семейства есть слово «проинтегрированное». Здесь стоит сделать отступление и сказать, что созданию ARIMA предшествовала модель ARMA, основным условием корректного использования которой было требование строгой стационарности, т. е. среднее значение ряда и его дисперсия должны быть постоянны, или, как часто бывает на практике, слабой стационарности, т. е. среднее значение и дисперсия постоянны или изменяются, но статистически незначимо. На данном этапе становится очевидно, что рядов, удовлетворяющих требованию строгой или слабой стационарности, на практике очень мало, поэтому была выдвинута идея по некоторому преобразованию ряда, после которого он бы

становился слабостационарным. Такой идеей стало построение нового ряда, состоящего из разностей соседних наблюдений, по своему поведению такие разности напоминают производную. Итогом такого преобразования становится устранение изменения уровня ряда, путем устранения тренда и сезонности. Переход же от разностей (производных) к исходному ряду в исчислении конечных разностей называется интегрированием.

$$Y_k = \alpha_1 \times Y_{k-1} + \dots + \alpha_p \times Y_{k-p} + \varepsilon_k. \quad (13)$$

Идеей авторегрессии является построение модели, в которой значения временного ряда в текущий момент времени линейно зависят от предыдущих значений этого же ряда с учетом весов, которые могут принимать значения из промежутка $[-1; 1]$ и случайной ошибки. Ниже представлена модель (13) авторегрессии порядка p [5]:

$$Y_k = \beta_1 \times \varepsilon_{k-1} + \dots + \beta_p \times \varepsilon_{k-p} + \varepsilon_k. \quad (14)$$

Идеей скользящего среднего является построение модели (14), в которой прогнозирование значения в текущий момент времени опирается на предыдущие ошибки, т. е. на несоответствие фактического значения смоделированному, на предыдущих этапах. Данная модель основывается на изменениях, коррекциях [5].

$$Y_k = \alpha_1 \times Y_{k-1} + \dots + \alpha_p \times Y_{k-p} + \varepsilon_k + \beta_1 \times \varepsilon_{k-1} + \dots + \beta_p \times \varepsilon_{k-p}. \quad (15)$$

Таким образом было выяснено на основании чего строится модель ARIMA (15). Как правило, сумма количества слагаемых p и q не превышает четырех, а параметр модели d – количество взятия разностей исходного ряда, не превышает двух. Мастерство исследователя здесь проявляется за счет анализа графиков функций автокорреляции и частной автокорреляции, с помощью которых исследователь подбирает параметры p и q [5]. На сегодняшний день существует огромное количество математических пакетов, содержащих функции по автоматическому подбору параметров для конкретного ряда.

Семейство моделей ARIMA включает в себя следующие модификации рассмотренной модели: SARIMA, SARIMAX, ARIFMA и т. д.

3. Метод Prophet:

$$Y_t = T_t + S_t + X_t + \varepsilon_t. \quad (16)$$

Данный метод был создан командой разработчиков из Facebook и опубликован в открытом доступе в 2017 г. Prophet на сегодняшний день является достаточно популярным и востребованным методом прогнозирования, поскольку учитывает сразу несколько сезонностей и ориентирован в первую очередь на прогнозирование ежедневных и ежечасных данных.

Рассмотрим модель (16) и идеи, лежащие в основе ее построения:

$$f(t) = \alpha + \beta \times \frac{1}{1 + e^{-(c+dt)}}. \quad (17)$$

В качестве построения тренда T_t в данном методе предусмотрено два варианта на выбор исследователя: кусочно-линейная регрессия и кусочно-логистическая кривая. Как правило, в качестве модели для тренда выступает кусочно-линейная функция, поскольку в этом случае процедура не требует от пользователя дополнительных настроек, а в случае использования кусочно-логистической кривой необходимо самостоятельно задавать параметры α и β для функции (17).

В качестве описания годовой сезонности используется ряд Фурье, который приближает сезонное поведение с помощью линейной комбинации синусов и косинусов с соответствующими им весами (рис. 1). Здесь метод предоставляет свободу исследователю путем задания количества слагаемых ряда Фурье. Также метод позволяет учитывать недельную и суточные сезонности [6].

Последней составляющей X_t являются аномальные дни, такими днями могут быть праздники, дни распродаж, спортивные, культурные события и т. д.

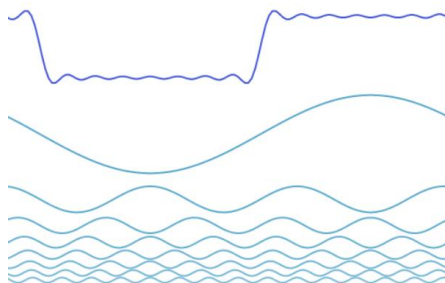


Рис. 1. Визуализация описания сезонной составляющей

Таким образом, данная модель представляет собой аддитивную модель с четырьмя основными компонентами: трендом, сезонностью, индикаторными переменными и ошибкой.

$$MAPE = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{y_i} \times 100\%. \quad (18)$$

Прежде чем переходить к построению модели определимся с выбором метрики качества прогноза и остановим выбор на средней абсолютной ошибке в процентах (18).



Рис. 2. Временной ряд продажи телевизоров модели «M119»

Рассмотрим следующую задачу: имеются данные о недельных продажах различных моделей телевизоров в период с января 2014 г. по июнь 2016 г. [7] (рис. 2). Необходимо построить модель для прогнозирования спроса на 12 месяцев.

Исходя из того соображения, что сеть магазинов продает большое количество товаров, решаем, что нужно выбрать метод, который бы тратил как можно меньше вычислительных мощностей и в то же время был надежным. Таким методом является метод тройного экспоненциального сглаживания, поскольку он не требует дополнительного преобразования данных для достижения стационарности, и наши данные собраны по неделям, что не является выигрышной стороной метода Prophet, который хоть и автоматизирован, но для приемлемых результатов требует точечной настройки.

Выбрав в качестве метода тройное экспоненциальное сглаживание, необходимо обратиться к программному обеспечению, имеющему в своем арсенале данный метод. Библиотека statsmodels языка программирования python содержит в себе процедуру «ExponentialSmoothing», решающую нашу задачу.

Для прогнозирования нам необходимо определить, какие у данного ряда тренд и сезонность. Учитывая, что с каждым годом появляются все новые модели телевизоров и старые быстро уходят на задний план, определим сезонность как мультипликативную, т. е. с течением времени телевизор данной модели будет покупаться все реже, а тренд будет линейным.



Рис. 3. Исходный ряд и модельные значения

Запуская процедуру, получим следующий результат: показатель MAPE для данной модели составил 18,52%, а прогноз в среднем превысил количество фактически проданных телевизоров (рис. 3).

Таким образом, можно сделать вывод о том, что для решения задачи прогнозирования сразу большого количества товаров, данный метод будет показывать приемлемые результаты.

Библиографический список

1. Чучуева И. А. Модель прогнозирования временных рядов по выборке максимального правдоподобия: автореферат. дис. ... кандидата технических наук: 05.13.18 / Моск. гос. техн. ун-т. им. Баумана. М., 2012. 35 с.
2. Агапова Е. Г. Анализ временных рядов: учеб. пособие. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2015. 55 с.
3. Лукашин Ю. П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов: учеб. пособие. М.: Финансы и статистика, 2003. 416 с.
4. Бриллинджер Д. Временные ряды. Обработка данных и теория: монография. М.: Мир, 1980. 536 с.
5. Андерсон Т. Статистический анализ временных рядов: монография. М.: Финансы и статистика, 2001. 228 с.
6. Открытый курс машинного обучения. Тема 9. Анализ временных рядов с помощью Python. URL: <https://habr.com/ru/company/ods/blog/323730/> (дата обращения: 03.02.2022).
7. Find Models which has unusual sales quantity. URL: <https://www.kaggle.com/nomanvb/find-models-which-has-unusual-sales-quantity/output> (дата обращения: 03.02.2022).

УДК 004

А. С. Марченко

студент кафедры высшей математики и механики

С. В. Удахина

кандидат экономических наук, доцент – научный руководитель

СТРУКТУРА КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ И ОБОСНОВАНИЕ ПРИЧИН ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РУТНОН ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОДУКТА

Контроль знаний – неотъемлемая часть любой системы обучения, средство управления учебной деятельностью учащихся. По результатам выполнения контрольных заданий можно судить о качестве обучения, о недостаточности знаний по определенным темам или о затруднении в их усвоении как отдельными учащимися, так и группой, а также об эффективности выбранных методов преподавания.

Разработка оперативной системы контроля знаний, умений и навыков, позволяющей объективно и быстро оценивать знания обучающихся является важной частью подготовки к контролю знаний. В настоящее время существует большое количество разнообразных способов проведения контроля и оценки знаний. Наиболее широко применяется тестирование, как один из методов, обладающий рядом определенных преимуществ перед традиционными методами контроля знаний (контрольная работа, диктант, устный ответ). Учителя могут использовать готовые программные решения или разрабатывать собственную систему тестирования, отвечающую поставленным задачам. Для разработки системы тестирования необходимо учесть ряд факторов.

1. Виды тестовых вопросов: тест «вопрос-ответ», интерактивные тесты, требующие самостоятельно вписать ответ и смешанные. Как показывает практика, активные тесты позволяют оценить не только знания, но и умения и навыки обучающегося, а систематический контроль уровня знаний обучающихся, определит успеваемость обучающегося и покажет эффективность методики обучения и организации учебного процесса. Включение различных форм тестовых заданий в процесс обучения мотивирует учащихся к активизации работы по усвоению учебного материала и формирует стремление развивать свои способности.

2. Система оценивания. Каждый вопрос должен иметь свою шкалу в зависимости от сложности.

Наиболее релевантными и широко используемыми системами активного тестирования являются: Indigo, Pika Test, Uni Test, Moodle. Эти системы, кроме тестирования, имеют и другое функциональное наполнение.

Рассмотрим Moodle (Learning Management System) – модульная объектно-ориентированная динамическая учебная среда, ориентированная на организацию взаимодействия между учителем и обучающимся, подходит для организации дистанционных курсов и контроля в очной форме обучения.

В системе Moodle используются следующие типы вопросов:

1) множественный выбор – задается вопрос и предлагается несколько вариантов ответов, из которых надо отметить тот или те, которые студент считает правильными;

2) вопрос на соответствие – найти правильное соответствие между вопросом и ответом на него;

3) короткий ответ – ответ на вопрос слово или короткая фраза, которую обучающийся набирает на клавиатуре;

4) числовой вопрос – ответом является число, которое обучающийся вводит с точностью, заданной учителем;

5) вычисляемый вопрос – ответ в виде формулы в специальном редакторе.

Без дополнительных модулей Moodle включает возможность создать:

1) выбор одного/нескольких ответов;

2) верно/неверно;

3) краткий открытый ответ

4) числовой ответ;

5) вычисляемый (по формуле) ответ;

6) установление соответствия;

- 7) эссе;
- 8) комбинированный ответ.

За долгое время система обзавелась множеством плагинов, позволяющим реализовать вопросы с выбором области изображения в качестве ответа, использование технологии drag&drop. Самыми популярными плагинами для обучения программированию являются:

1. VPL (Virtual Programming Lab) [3] и Question types: VPL Question [5].
2. Question types: CodeRunner [4].

Плагин VPL является самостоятельным плагином, который позволяет запустить редактор кода в браузере и заниматься запуском и отладкой программ. VPL Question – добавляет новый тип вопросов в тест, которые запускаются в VPL. Сложный для настройки и использования, требует установки специального сервера, для запуска программ.

Плагин CodeRunner добавляет новый тип вопросов в тесты. Множество пунктов настройки теста. Достаточно прост в использовании. Требует установки специального сервера, но можно использовать и стандартные настройки, тогда написанные программы будут отправляться на сервер, расположенный в Новой Зеландии и выполняться там.

С помощью элемента курса «ссылка на файл или веб-страницу» можно направить учащегося к любому указанному файлу или электронному ресурсу. Например, это может быть документ с текстом лекции в формате .pdf или Интернет-сайт с необходимым учебным материалом. В ходе освоения новых знаний есть возможность моментального контроля в виде практических занятий и тестов. При том, что успешность выполнения задания может проверяться автоматически. Организацию групповых заданий можно реализовать при помощи инструмента «Форум», в котором будет происходить разделение на группы, обсуждение учащимися этапов выполнения задания и само выполнение.

Преподаватель может создавать и использовать в рамках курса любую систему оценивания. Постоянное использование учениками дистанционных технологий обеспечит формирование у них соответствующих компетенций и универсальных учебных действий. Тестирование обеспечивает не только быструю и разностороннюю проверку, но дает возможность восполнить пробелы в знаниях у каждого ученика. Преподаватель может напротив любого ответа разместить свои комментарии, тем самым обосновать правильный ответ. Эти комментарии будут выводиться уже после завершения теста.

Важной особенностью Moodle является то, что система создает и хранит портфолио каждого обучающегося: все сданные им работы, все оценки и комментарии преподавателя к работам, все сообщения в форуме.

В журнале осуществляет фиксацию текущей успеваемости и посещаемости. Элементы оценивания могут быть созданы как вручную, так и автоматически. Вручную элементы оценивания создаются преподавателем на странице настройки журнала оценок. А при добавлении оцениваемого интерактивного действия в курс (теста, задания, лекции) журнал оценок автоматически создает пространство под оценки, которые будут проставлены, а также сам заполняет его оценками, как только они генерируются системой или вручную. Все оценки за ответы студентов из разных частей курса автоматически собираются в журнал оценок, в котором их можно просмотреть и изменить, рассортировать по категориям и подсчитать итоговые оценки различными способами.

При этом у Moodle недостаточно интерактивности для реализации системы контроля для учеников младших классов.

Наиболее предпочтительным является создание тестирования в средах разработки. Это позволит сделать систему контроля разнообразной и интересной. Python – высокоуровневый язык программирования, построенный на идее императивного, объектно-ориентированного и функционального программирования. Язык создан Гвидо ван Россумом в 1989 г. и с тех пор непрерывно совершенствуется. Процедура установки Python отличается для разных платформ. В глобальной сети существует множество информационных ресурсов по обучению языку, созданию различных приложений и множество модификаций на основе Python.

В среде PyCharm, а это самая интеллектуальная Python IDE с полным набором средств для эффективной разработки на языке программирования Python, это сделать легко. Интерпретатор – это такой модуль, который исполняет другие программы. Когда вы пишете код на языке Python, интерпретатор Python

читает вашу программу и выполняет составляющие ее инструкции. По сути дела, интерпретатор – это слой программной логики между вашим программным кодом и аппаратурой вашего компьютера.

Преимущества Python:

1. Python упрощает написание кода и делает разработку быстрой, все потому что он обладает следующими особенностями:

- динамическая типизация. Не нужно указывать тип переменных, язык присвоит его сам. Операнды разных типов, участвующие в одной операции, автоматически приводятся к нужному по определенным правилам;

- удобный возврат нескольких значений функцией. Их можно перечислить через запятую и они автоматически преобразуются в список. Чтобы вернуть массив из функции, достаточно написать `return имя_массива`. Не нужно выделять память и передавать указатели в функцию;

- автоматическое выделение памяти. Не нужно самостоятельно выделять память под что-либо. Это уменьшает контроль программиста над программой, и разработка значительно ускоряется.

- сборщик мусора. Если объект становится бесполезным, он автоматически удаляется сборщиком мусора. Это позволяет оптимизировано использовать память и не удалять бесполезные объекты вручную;

- $a, b = b, a$. Эта строка меняет местами значения переменных, теперь то что было в a , находится в b и наоборот. Такое возможно, потому что Python сначала рассматривает переменные справа от знака «=» и помещает их в список, то же он делает с элементами слева от «=», затем он связывает каждый элемент правого списка с левым. Можно обменивать значения не только двух переменных, но и трех, пяти и более;

- привязка типа данных. Тип данных привязан к значению, а не к переменной. То есть значение – это какой-то объект с атрибутами, которые определяют его тип и другие характеристики, а переменная – просто ссылка на этот объект. Такой подход позволил обойтись без явного определения типов и значительно упростил повторное присваивание значения переменной;

- цикл `for`. Работать с массивами, списками и другими контейнерами в Python просто и удобно. Когда необходимо перебрать все его элементы, конструкция выглядит так: «`for x in контейнер:`» (перебор идет от 0 до последнего элемента, его индекс можно обозначить как 1). Если нужно, чтобы прошло определенное количество циклов, пишут так: «`for x in range(1, 9):`» (цикл будет выполняться со значениями x от 1 до 8).

- интерпретируемый язык. Написанный код не нужно компилировать, достаточно запустить его и получить результат. Можно работать в интерактивном режиме и получать результат буквально после каждой операции. Интерпретатор может использоваться в интерактивном режиме, что позволяет легко экспериментировать с возможностями языка, писать программы-однодневки или проверять функции во время разработки программ методом снизу-вверх.

Но для любого проекта важно выбрать правильный инструмент и лучшую реализацию. Улучшая одно, программист жертвует другим, задача – найти идеальный баланс для конкретного технического задания.

2. Python позволяет писать достаточно быстрый код, однако может подводить в некоторых «узких» местах, которые и оказывают наибольшее влияние на производительность всего проекта. Чтобы не затянуть разработку и получить на выходе программу, работающую на высокой скорости, ее структуру проектируют так, чтобы соотношение «быстродействие/время разработки» было максимальным.

3. Встраивание кода на C. С помощью такого приема можно заметно повысить производительность, обычно на C пишут те участки кода, которые обрабатывают много запросов в единицу времени. Например функцию, которая получает данные из одной базы данных, обрабатывает их и отправляет в другую, лучше написать на языке C, если объем проходящей информации достаточно большой.

4. Использование лучших алгоритмов и инструментов. Одну и ту же задачу можно решить поразному. Надо выбрать наиболее эффективный алгоритм, обеспечивающий лучшую производительность, например, для поиска элемента в отсортированном массиве можно перебирать его от начала до конца, в лучшем случае (элемент в начале массива) поиск выполнится быстро, в худшем (элемент в конце массива) – медленно. Эффективнее использовать метод деления пополам (двоичный поиск),

который найдет нужный элемент за минимальное количество итераций в массиве любой длины. Для реализации задачи нужно подбирать правильные инструменты. Например, если последовательность элементов строго определена и не изменяется, лучше использовать кортеж, а не список. Он требует меньше места, обрабатывается быстрее и защищен от случайных изменений:

- оптимизация интерпретатора. Скорость программ на Python сильно зависит от работы интерпретатора, одни конструкции работают быстрее, другие медленнее;
- модули для тестирования. Чтобы определить какие участки кода сильно снижают общую производительность, программист может использовать специальные модули для тестирования. Таким образом, можно понять, какой код нужно оптимизировать или заменить на код на языке C;
- готовые инструменты. Для большинства задач уже разработаны эффективные решения. Лучше использовать готовый, отлаженный код какой-либо библиотеки, чем писать свое решение с нуля, которое 100% будет не таким эффективным.

Исходя из преимуществ, язык программирования Python подходит для решения поставленной задачи. Он дает возможность писать компактные и удобно читаемые программы. Программы, написанные на Python, отличаются большей краткостью, чем эквиваленты на C, C++ или Java по нескольким причинам:

- открытая разработка;
- простой язык в обучении и использовании;
- есть средства быстрого прототипирования и динамической семантики;
- большое сообщество, позитивно настроенное по отношению к новичкам;
- большая база библиотек и расширений языка, благодаря механизму импорта и программным интерфейсам;
- механизмы модульности продуманы и легки в использовании;
- есть инструменты для разработки web-сайтов и сервисов;
- высокоуровневые типы данных позволяют выражать сложные операции в одной инструкции;
- группировка инструкций выполняется отступами, а не операторными скобками;
- нет необходимости в описании переменных или аргументов.

Для данного языка разработано множество платформ, которые позволяют моделировать игровые ситуации, например RenPy.

В данной статье была рассмотрена важность системы контроля, как части образовательного процесса и выбрано тестирование, как ее реализация. Рассмотрены готовые платформы для разработки системы тестирования, язык Python и среды разработки для реализации системы контроля.

Библиографический список

1. Лутц М. Изучаем Python, 4-е издание. Пер. с англ. СПб.: Символ-Плюс, 2011. 1280 с.
2. Дронов В. А. Программирование. СПб.: БХВ-Петербург, 2006. 706 с.
3. Попов А. В. Тестирование как метод контроля знаний студентов. СПбГУКИ-2013. № 8.
4. Question types: CodeRunner. URL: https://moodle.org/plugins/qttype_coderunner (дата обращения: 16.04.2022).
5. Мукажанов Е. Б. Перспективы развития технологий электронного обучения / Е. Б. Мукажанов, Б. Т. Тыналиев, Е. К. Акжолов // Педагогическое образование и наука. 2020. № 2. С. 115–117.
6. Виноградов В. О., Ефимова В. Г. Адаптивное тестирование как способ организации компьютерного тестирования по дисциплинам в электронных курсах LMS Moodle // Духовная сфера общества. 2018. № 15. С. 23–32.
7. Система электронного обучения и тестирования Moodle: обзор возможностей URL: <https://www.ispring.ru/elearning-insights/moodle> (дата обращения: 18.04.2022).
8. Python/Учебник Python 3.1. URL: https://ru.wikibooks.org/wiki/Python/Учебник_Python_3.1 (дата обращения: 20.04.2022).
9. Григорьева В. В. Контроль знаний учащихся по информатике в тестовой форме с генерацией заданий // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2016. Т. 43. С. 365–369.

УДК 524.314

А. Г. Аванесян

студент кафедры инновационных технологий в робототехнике и электромеханике

Д. А. Трезуб

студент кафедры прикладной математики

Г. Л. Плехоткина

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель

САМОЕ ТОЧНОЕ ПРЕДСКАЗАНИЕ ВЗРЫВА СВЕРХНОВОЙ

Сверхновая – это звезда, блеск которой при вспышке увеличивается на несколько звездных величин. Сверхновая знаменует собой конец жизненного цикла звезды массой от 8 масс Солнца. Под действием собственной массы звезда сжимается, происходит термоядерный взрыв с выделением огромного количества энергии. Яркость сверхновых имеет универсальную зависимость от времени (рис. 1).

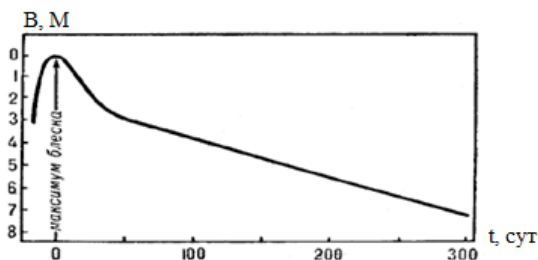


Рис. 1. Типичная кривая изменения яркости сверхновых с течением времени.

По оси x указано время (t) в сутках, по оси y – блеск звезды (B) в абсолютных звездных величинах

Обычно в течение одной-двух недель яркость сверхновой резко увеличивается и затем постепенно уменьшается. Из-за малого времени существования сверхновые являются редкостью (например, в Млечном Пути на сто миллиардов звезд в среднем приходится примерно две сверхновые за 100 лет [1]). Приблизительно момент перехода звезды в сверхновую возможно рассчитать исходя из ее яркости, цветовой температуры и массы, однако погрешность такого расчета многократно превышает время человеческой жизни. Например, превращение в сверхновую звезды Бетельгейзе (Альфа Ориона), согласно расчетам [5], может произойти в любой день в течение миллиона лет. Яркость этой сверхновой будет достаточной, чтобы эту катастрофу можно было увидеть днем, а ночью она должна быть сравнима с яркостью полной Луны.

Из сравнения двух фотографий галактики SP1149, сделанных 14.11.2015 и 12.12.2015 (рис. 2 и рис. 3), следует, что в этом районе появилась сверхновая, названная звездой Рефсдала [6].

Гравитационная линза – массивное тело или система тел, искривляющая своим гравитационным полем направление распространения электромагнитного излучения (света). Если источник света, линза и наблюдатель находятся на одной прямой, то в зависимости от положения гравитационной линзы изображение преобразуется в «Кольцо» или «Крест Эйнштейна» [4].

При наблюдении за звездой Рефсдала (созвездие Льва) гравитационной линзой является скопление галактик MACS J1149.5 (рис. 8). И, в результате взаимодействия света с указанным массивным скоплением, возникает несколько изображений сверхновой Рефсдала. В результате действия гравитационной линзы, световые лучи разных изображений проходят по разным траекториям, из-за чего изображения отстают друг от друга на некоторые времена. Разницу во времени между изображениями можно рассчитать благодаря известной зависимости блеска сверхновой от времени [7].

Сама галактика SP1149, благодаря той же гравитационной линзе MACS J1149.5 +2223, тоже имела несколько изображений – три. И лишь в одном из них в 2014 г. были видны изображения сверхновой. Смоделировав распределение масс между телескопом и галактикой за счет данных, полученных наблюдением за SN Рефсдала, удалось определить, что в одном из двух других изображений галактики сверхновая погасла приблизительно 20 лет назад, а в другом должна появиться в конце 2015 г. [6].

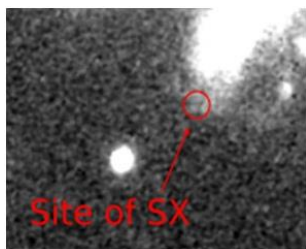


Рис. 2. Фотография галактики от 14.11.2015 без сверхновой, полученная телескопом Хаббл. SX – предполагаемая область появления сверхновой

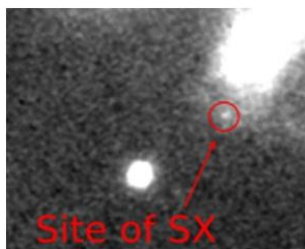


Рис. 3. Фотография галактики от 12.12.2015 с появившейся сверхновой, полученная телескопом Хаббл

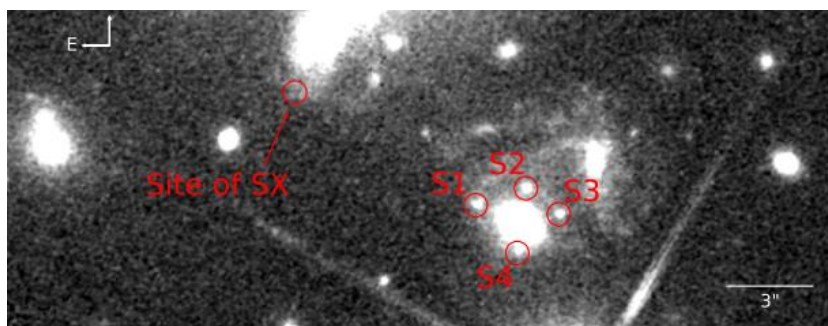


Рис. 4. Фотография, сделанная в январе 2014 г. [2]. S1, S2, S3, S4 – изображения сверхновой



Рис. 5. Кольцо Эйнштейна [4]

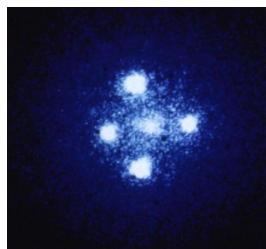


Рис. 6. Крест Эйнштейна [4]



Рис. 7. Визуализация процесса сравнения зависимостей яркости изображений сверхновой

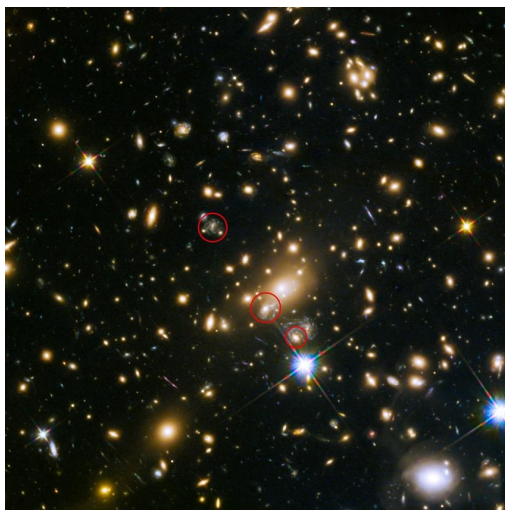


Рис. 8. Множественные изображения одной и той же галактики SP1149 в скоплении MACS J1149+2223 [3].

Таблица 1

Хронология исследования звезды Рефсдала

Год/месяц	Событие
Январь 2014	Телескоп имени Хаббла заснял четыре изображения сверхновой Рефсдала
2014-2015	Моделирование распределения масс между звездой и телескопом, расчет момента появления нового изображения
2015	Телескоп имени Хаббла раз в месяц делает снимки галактики SP1149
14 ноября 2015	Последний снимок перед рассчитанным моментом появления сверхновой, ничего нового не наблюдается
12 декабря 2015	На снимке появилось новое изображение сверхновой, подтвердив расчеты

Результаты вышеперечисленных исследований поведения изображений звезды Рефсдала вблизи массивного скопления галактик являются подтверждением великой общей теории относительности Эйнштейна.

Библиографический список

1. Сурдин В. Г. Астрономия: век XXI. 3-е издание, исправленное и дополненное. М.: Век-2, 2016. 608 с.
2. Изображения звезды Рефсдала. URL: <https://arxiv.org/abs/1512.04654> (дата обращения: 20.10.2021).
3. Открытая библиотека снимков ESO. URL: <https://www.eso.org/public/germany/images/ann15088a> (дата обращения: 20.10.2021).
4. Иванова О. Гравитационные линзы на службе астрономии. URL: <https://naked-science.ru/article/astronomy/gravitacionnye-linzy-na-sluzhbe> (дата обращения: 20.10.2021).
5. Яковлев А. А., Асмедьянов В. Д., Уржумцев Н. А. Когда взорвется // Моделирование и ситуационное управление качеством сложных систем: сб. докл. I Всероссийской научной конференции, 14-22 апреля 2020 г., СПб. (Молодежная секция). СПб.: ГУАП, 2020. 202 с.
6. О расчетах моментов появления изображений звезды Рефсдала. URL: <https://arxiv.org/pdf/1411.6443.pdf> (дата обращения: 20.10.2021).
7. О кривых блеска сверхновых. URL: <https://arxiv.org/pdf/0910.1590.pdf> (дата обращения: 20.10.2021).

УДК 004.852

Е. М. Бадица

студент кафедры прикладной математики

З. В. Марченко

студент кафедры прикладной математики

М. В. Соколовская

старший преподаватель – научный руководитель

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ПЕРЕОБУЧЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Введение. На данный момент развитие науки и технологий привело к активному использованию искусственного интеллекта. Сегодня можно найти множество примеров использования искусственного интеллекта (ИИ) как в производстве, так и в повседневной жизни. Следовательно, у многих компаний проявляется большой спрос на программистов искусственного интеллекта [1]. На сегодняшний день распространенным является ИИ на основе нейронных сетей, который способен моделировать работу нервной системы человека при помощи алгоритмов. Данная технология позволяет решать нестандартные задачи, благодаря тому, что программа, посредством обучения, находит общие признаки, по которым она и различает данные [2].

Сегодня для программирования нейронных сетей используется язык программирования Python, преимущество которого в обилии библиотек, это позволяет проще писать нейронную сеть, а также обрабатывать данные, которые поступают на вход НС.



Рис. 1. Обучающая выборка 50000 примеров

Несмотря на то, что нейронные сети после обучения имеют достаточно высокую точность в решении задачи, это не всегда хорошо. Существует проблема переобучения нейронных сетей, которая означает, что НС начинает запоминать примеры, на которых она обучалась, и не выдает высокую точность на данных, которые она не видела.

Возможные признаки переобучения НС:

1. Точность 100% на обучающей выборке.
2. Ошибка 0% на обучающей выборке.
3. Точность на проверочной или тестовой выборке либо перестает расти, либо начинает падать;
4. Ошибка на проверочной или тестовой выборке либо перестает падать, либо начинает расти.

Данная проблема является актуальной и не имеет одного конкретного решения [3], однако есть несколько способов устранения переобучения:

1. Увеличение базы данных.
2. Использование слоев Dropout и BatchNormalization.

Переобучение может случиться из-за того, что данных для обучения мало, это приводит к тому, что нейросеть начинает запоминать данные. Пример [4]: простая полносвязная НС, которая должна распознавать рукописную цифру. Ниже приведены нейросети с различными размерами обучающей выборки.

Нейронная сеть с обучающей выборкой 50000 примеров (рис. 1) имеет следующие точности.

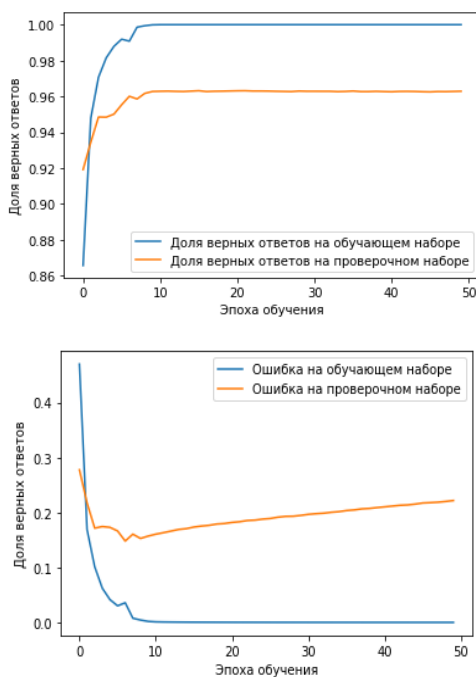


Рис. 2. Обучающая выборка 10000 примеров

Параметр `accuarcy` и `val_accuarcy` (точность и точность на проверочной выборке) растут при обучении на каждой эпохе, но точность на проверочной выборке несколько ниже. Это объясняется тем,

что примеры обучающей выборки не влияют на изменения параметров в нейронной сети, они нужны только для проверки точности. Обучающая выборка используется для изменения параметров нейросети, что и повышает точность на данной выборке, так как нейронная сеть все лучше и лучше распознает одни и те же данные.

Далее приводятся нейросети с обучающей выборкой 10000 и 500 примеров (рис. 2 и 3).

Уже на выборке 10000 примеров с 11 эпохи началось переобучение (точность на обучающей выборке выросла до 100%). Точность на проверочной выборке стала ниже, чем при выборке обучения 50000 примеров. Также на проверочной выборке начала расти ошибка (параметр `val_loss`), что тоже свидетельствует о переобучении.

Когда в обучающую выборку вошло всего 500 примеров, переобучение началось еще раньше – с 8 эпохи, также ошибка начала расти быстрее и ее значение тоже стало выше.

Dropout слой отключает определенный процент нейронов (процент задает программист), тем самым одни нейроны принимают на себя функции других, что заставляет их изменять свои параметры, тем самым повышая точность сети и устраняя переобучение, либо смягчая его.

BatchNormalization преобразовывает данные в слое нейронов к нормальному распределению (поддерживает среднее значение выходного сигнала близким к 0, а стандартное отклонение выходного сигнала близким к 1). Данный слой помогает улучшить просчеты нейронной сети, которая лучше работает с нормализованными данными.

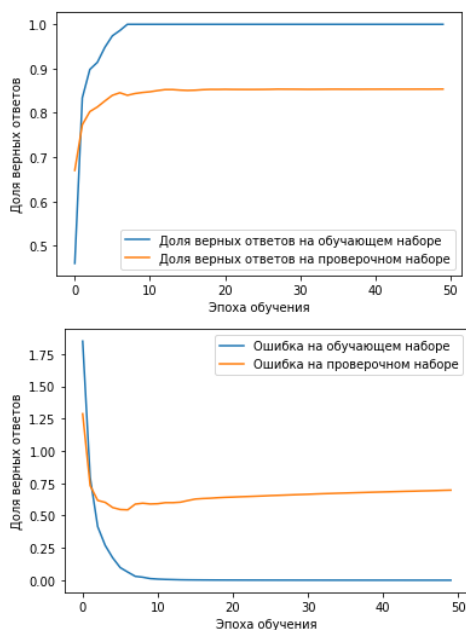


Рис. 3. Обучающая выборка 500 примеров

Два слоя, приведенные выше, обычно используются в связке. Пример: две одинаковые нейронные сети (рис. 4, 5), но в одну из них входят слои Dropout и BatchNormalization, а другая состоит только из полносвязных слоев:

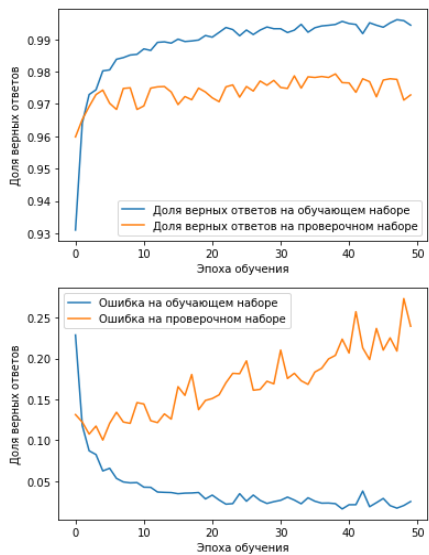


Рис. 4. Нейросеть без Dropout и BatchNormalization

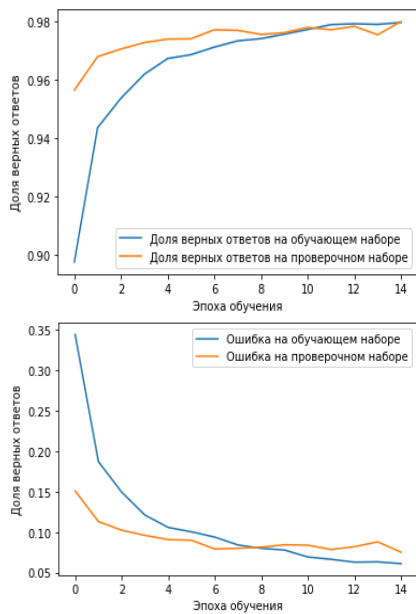


Рис. 5. Нейросеть с Dropout и BatchNormalization

Из выводов нейросетей на каждой эпохе видно НС без слоев Dropout и BatchNormalization пришла к переобучению, что подтверждает почти 100% точность на тестовой выборке, а также отсутствие снижения ошибки на проверочной выборке.

В нейронной сети, в которой присутствуют слои Dropout и BatchNormalization отсутствует переобучение, о чем свидетельствует снижение ошибки на проверочной выборке на каждой эпохе.

Результаты. Однозначного варианта, который поможет устранить переобучение нейронной сети нет. В статье представлены варианты, которые используются для решения данной проблемы, однако они не гарантируют 100% результата. В большинстве случаев, программисты нейронных сетей тратят большую часть времени, чтобы устранить переобучения, перебирая несколько вариантов, иногда на подбор параметров уходит значительно больше времени, чем на создание входных данных и написание структуры НС.

Проблема переобучения на данный момент является одной из главных задач в проектировании нейронных сетей, и в силу того, что данная сфера активно развивается, в будущем стоит ожидать глобального решения проблемы переобучения.

Библиографический список

1. Осовский С. В. Нейронные сети для обработки информации. М.: Финансы и статистика, 2002. 246 с.
2. Уоссерман Ф. В. Нейрокомпьютерная техника. М.: Мир., 1992.
3. Магницкий Н. А. Некоторые новые подходы к построению и обучению искусственных нейронных сетей // Нелинейная динамика и управление. Вып. 1 / Под ред. С. В.Емельянова и С. К.Коровина. М.: Физматлит, 2001. С. 87–98.
4. Srivastava N. [et al.] Dropout: a simple way to prevent neural networks from overfitting. The Journal of Machine Learning Research. 2014.

УДК 004.921

С. А. Бондарь

студент кафедры прикладной математики

Д. С. Данчишен

студент кафедры прикладной математики

О. Н. Мороз

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ "ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ" В АВИАЦИОННОЙ ОТРАСЛИ

Введение. В настоящее время инновационная технология «Дополненная реальность» находит все большее применение в различных сферах деятельности человека. Термин технология дополненной реальности совмещает в одном пространстве реальный мир и виртуальные, созданные компьютером объекты. Под термином «Augmented Reality» (дополненная реальность) понимают расширенное восприятие действительности. С помощью технологических средств на него накладывается дополнительный, искусственно создаваемый слой [1]. В отличие от виртуальной реальности, в дополненной реальности не создается симуляция реальности.

В медицине дополненная реальность помогает хирургам проводить сложные операции. В образовании использование дополненной реальности помогает ускорить процесс обучения. Очки дополненной реальности могут погрузить обучающегося в заранее смоделированную ситуацию. Так же дополненная реальность начинает применяться и в военной сфере, где военные летчики используют шлемы дополненной реальности, которые позволяют видеть информацию о полете [1].

Материалы и методы. В авиационной отрасли дополненная реальность находит широкое применение. Авиационные технологии постоянно совершенствуются, что дает возможность оптимизировать загруженность пилотов путем проектирования приборного оборудования и специальной подготовки экипажа.

Современные системы дополненной реальности могут визуализировать информацию о местности, навигации, состоянии атмосферы, погоде и интенсивности воздушного движения, данные приборов в интуитивно понятный человеку трехмерный вид, накладывая эти данные на традиционную для ВС информацию. С помощью приложений дополненной реальности своевременная, предварительно переработанная машиной информация, может быть представлена пилоту в интуитивно понятном формате тогда, когда это необходимо, чтобы он мог сосредоточиться на решении конкретной текущей задачи в полете [2].

В работе [2] говорится об опыте использования дополненной реальности в авиации, а именно о дисплее Heads-Up Display, который активно внедряется в истребитель четвертого поколения. Данный дисплей отображает важную навигационную информацию, текущие параметры полета на лобовом стекле. Система, возникшая в военной отрасли, успешно используется в гражданских самолетах компаний Boeing, Airbus и Embraer.

Очки дополненной реальности SKYLENS является частью семейства Clear vision Enhanced Flight Vision System (EFVS). Это устройство отображает информацию высокого разрешения, изображения и видео на прозрачном дисплее очков, предоставляя пилотам самые передовые возможности современных технологий. Повышая безопасность полетов, SKYLENS вносит вклад в повышение эксплуатационной готовности турбовинтовых самолетов, часто требуемых при выполнении полетов на аэродромах, не имеющих полноценной инфраструктуры. Подходящая для дневных и ночных полетов и для любых погодных условий система Clear Vision предоставляет «head-up» информацию и сводит к минимуму зависимость от оборудования аэропорта (рис. 1). Оснащенные дисплеем Clear Vision EVS и SKYLENS самолеты способны взлетать и приземляться в условиях низкой видимости и на аэродромах, ранее для этого непригодных [2].



Рис. 1. Elbit Systems Skylens и дисплей Clear Vision Elbit Systems

Технический университет Мюнхена предлагает новую систему дополненной реальности, которая расширяет осведомленность пилота. Данная система использует датчик LiDAR, который анализирует прозрачность среды, рассеивающей свет для определения расстояния до непрозрачных объектов. Благодаря этому, он способен построить трехмерную карту местности. Система испытана на 16 пилотах, которые отправлялись в виртуальные полеты в специальных цифровых очках. Через очки пилоты могли увидеть цифровую версию окружающей среды, что помогало избежать препятствий в любом направлении взгляда пилота. Красные контуры очерчивали такие объекты, как ветряные турбины и строительные краны, зелеными контурами были выделены горы и дома. Система отображает данные о полете, включая скорость вертолета, его местоположение и высоту. Особая польза системы – возможность применения для диапазона видимости ниже 800 м [3].



Рис. 2. Окружающая среда, представленная в цифровом исполнении системы LiDAR

Технология Lidar представляет собой лазерную технологию дистанционного зондирования. Принцип действия данной системы заключается в освещении короткими световыми импульсами и замирении времени до возвращения импульса к датчику. Благодаря тому, что свет распространяется со скоростью около 3×10^8 км/с, прибор работает мгновенно относительно человеческой реакции. Lidar способен излучать короткие импульсы с частотой около 150000 импульсов в секунду. Скорость света постоянна, а значит прибор может рассчитать расстояние до объекта. Специалисты технического университета Мюнхена предлагают прикрепить датчики Lidar на полозья вертолета [3].

Результаты. Из проведенных теоретических исследований можно сделать вывод об активном развитии технологий в авиационной отрасли. Инновационная технология «Дополненная реальность»

широко применяется в процессе управления самолетом и позволяет сделать само управление более безопасным и более комфортным.

Обсуждение. Результаты исследования показали, что применение технологии «Дополненная реальность» в авиационной области расширяет возможности управления самолетом, в том числе в более сложных условиях. Рассмотрены системы и технологии, позволяющие реализовывать дополненную реальность в авиационной отрасли. Приводятся примеры устройств, например дисплей Heads-Up Display, который активно внедряется в истребитель четвертого поколения и очки дополненной реальности SKYLENS. Очки SKYLENS повышают безопасность при эксплуатации турбовинтовых самолетов. Кроме того, применение дополненной реальности широко используется при обучении будущих пилотов. Где новые технологии позволяют моделировать реальные условия при управлении самолетом, что повышает мотивацию и интерес учащихся во время обучения.

Библиографический список

1. AR-Дополненная реальность. URL: <https://habr.com/ru/post/419437/> (дата обращения: 06.08.18).
2. Муксимова Р. Р., Коваленко Г. В., Муравьев И. С. Использование систем дополненной реальности в авиации с целью повышения безопасности полетов // Актуальные проблемы защиты и безопасности. СПб. 2019. С. 234–240.
3. Горбунов А. Л., Нечаев Е. Е., Теренци Г. Дополненная реальность в авиации // Прикладная информатика. 2012. № 4 (40). С. 67–80.

УДК 52-54

А. В. Ветошкин

студент кафедры прикладной математики

Г. Л. Плехоткина

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель.

НОВАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛАНЕТ ЗЕМНОЙ ГРУППЫ

Исключительное значение для познания химического состава космоса имеет изучение сложного многостадийного процесса конденсации вещества низкотемпературной плазмы, в частности, перехода солнечного вещества в твердое вещество планет Солнечной системы, астероидов, метеоритов, сопровождающегося аккрецией (увеличением массы, «нарастанием» вещества путем добавления частиц извне, например из газопылевого облака) и агломерацией первичных фаз при одновременной потере летучих веществ в вакууме космического пространства. В космическом вакууме, при относительно низких температурах (5000–10000 К), из остывающей плазмы последовательно выпадают твердые фазы различного химического состава (в зависимости от температуры) [1]. Например, в хондритах (состав хондритов практически полностью повторяет химический состав Солнца, за исключением водорода и гелия) различают силикатную, металлическую, сульфидную и другие фазы, которые агломерируются в каменный метеорит и, вероятно, подобным же образом в вещество планет земного типа. [1]

В последнее время предложена новая модель возникновения Солнечной системы, объясняющая различия в изотопном составе планет [2]. Описывается изотопно-кальциевый состав некоторых метеоритов самой Земли и Марса, и используются полученные знания для объяснения различия в составе планет. Авторы отвергают предположение, что большие и маленькие объекты росли одновременно, но с разной скоростью, и считают, что рост небольших тел закончился раньше, чем больших.

Планеты в солнечной системе и небольшие камни, вращающиеся вокруг Солнца, имеют одинаковое происхождение, включая протопланетный диск, который сталкивается и сливается с окружающими телами, причем возникали все более крупные камни, ставшие протопланетами. Однако непонятно откуда возникло разнообразие планет. Авторы данной работы создали новую теорию, для объяснения этого процесса.

Протопланеты росли с одинаковой скоростью, но перестали расти в разное время. Те, что были меньше, перестали расти раньше. Поэтому на раннем и позднем этапе материал различается.

После изучения изотопно-кальциевого состава нескольких метеоритов (ангриты и урелиты) Марса и Земли, а также астероида Веста, отмечается, что изотопы кальция участвуют в формировании горных пород и поэтому дают ключ к разгадке их происхождения.

Результаты изотопных исследований показали, что в начале формирования Солнечной системы часть протопланетного диска, участвовавшего в образовании Земли образовался относительно быстро – всего за пять миллионов лет. Раньше думали, что этот процесс занимал значительно больше времени. Результаты опубликованы в журнале *Science Advances* [3]. В этой работе представлены последние результаты измерений концентрации изотопов железа в различных метеоритах. Выяснилось, что по концентрации изотопов материалу Земли соответствует только один тип метеоритов – хондриты С1. Но известно, что эти хрупкие космические тела состоят из первичной космической пыли, поэтому они, по-видимому, являются эквивалентом объемного состава самой Солнечной системы и имеют тот же возраст, что и она.

Новые результаты подтверждают альтернативную гипотезу формирования планет путем аккреции космической пыли. Согласно ей, частицы пыли в протопланетном диске постепенно слипались, образуя все более крупные космические тела. Так как большое количество пыли присутствовало в протопланетном диске относительно недолго (всего пять миллионов лет), то за это время вероятно должна была сформироваться и протоземля.

Анализ других метеоритов, например с Марса, показывает, что начальный изотопный состав пыли, из которой формировались расположенные ближе к Солнцу планеты земной группы, был другим [3].

Через несколько сотен тысяч лет Солнечная система остыла. При этом с ее внешних краин продолжала прилетать и оседать на поверхность протопланет холодная пыль с изотопным составом железа, характерным для хондритов CI.

На поверхности Марса сформировалась смесь материалов разных изотопных составов, а на поверхности Земли мы видим только соотношение, характерное для хондритов CI. Из этого факта можно сделать вывод о том, что ко времени остывания Солнечной системы у Земли уже сформировалось ядро, в которое переместилось все железо первичного изотопного состава. Совокупная средняя сигнатура изотопа железа на отдельных стадиях растворения согласуется с данными по всей породе. Количество повторных анализов на каждой стадии растворения указано числом *n*.

Таблица 1

Независимые от массы значения $\mu^{54}\text{Fe}$ и зависящие от массы значения $\delta^{56}\text{Fe}$ для последовательных стадий растворения CI-хондрита Ivuna

Этап растворения	$M^{54}\text{Fe} \pm 2 \text{ SE (PPM)}$	$\Delta^{56}\text{Fe} \pm 2 \text{ SE (‰)}$	$\% \text{Fe}_{\text{ВСЕГО}}$	<i>N</i>
L2	71 ± 4,1	-0,95 ± 0,02	0,37	10
L3	49,1 ± 6,1	-0,41 ± 0,02	25,57	10
L4	59,4 ± 4,2	-0,58 ± 0,03	4,89	10
L5	43,3 ± 4,4	-0,20 ± 0,02	6,26	10
L6	42,1 ± 5,6	-0,06 ± 0,03	16,01	10
L7	21,0 ± 3,4	-0,33 ± 0,03	2,94	10
L8	-81,5 ± 3,2	0,54 ± 0,03	39,54	10
L9	9,3 ± 2,9	-0,16 ± 0,02	4,24	10
L10	39,6 ± 4,4	0,44 ± 0,05	0,10	10
L11	272,5 ± 7,6	0,24 ± 0,02	0,05	5
L12	-23 ± 14	0,52 ± 0,03	0,01	5
Среднее значение/сумма	-5,9	0,04	100,00	

Основываясь на полученных результатах, авторы предполагают, что и в других местах Галактики и Вселенной в целом планеты могли формироваться по тому же сценарию – сразу из космической пыли, гораздо быстрее, чем если бы они росли за счет случайных столкновений между более крупными космическими объектами.

По мнению авторов, гипотеза ранней аккреции легко объясняет и появление на нашей планете воды, которая могла попасть на протоземлю в составе той же космической пыли.

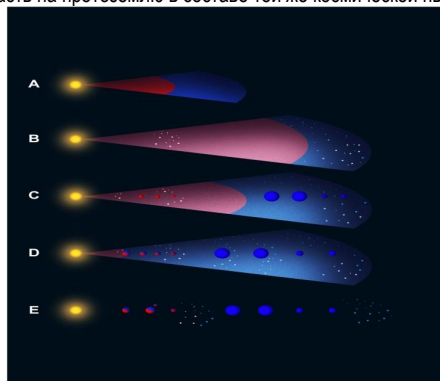


Рис. 1. Физические процессы, участвующие в галактической аккреционной модели формирования планет земной группы

Предложена новая галечная модель формирования планет Земной группы, главную роль в ней играют аккреционные процессы [4].

Модель, изображенная в виде эскиза на рис. 1, обеспечивает важные ограничения во времени и потоке примитивного материала внешнего диска во внутреннюю Солнечную систему. Результаты исследования приводят к выводу, что Юпитер не остановил внутренний массовый перенос пылевых агрегатов внешней Солнечной системы в область аккреции земных планет в отличие от моделей, которые считают Юпитер непроницаемым барьером, разделяющим внутреннюю и внешнюю Солнечную систему.

Рассмотрим физические процессы, участвующие в галечной аккреционной модели формирования планет земной группы.

Этап **А** – протопланетный диск формируется из материала с солнечным составом (синий цвет), представленного в метеорной летописи метеоритами С1. Термическая обработка во внутреннем диске испаряет пресолярные зерна (частицы минералов, конденсирующиеся вокруг умирающих звезд до момента возникновения Солнца), несущие изотопные аномалии. Остальные твердые вещества с этого момента несут некарбонатную (NC) сигнатуру (красный цвет). На этапе **В** диск расширяется наружу за счет переноса величины углового момента материала NC от внутреннего диска к внешнему. Планетезимальные пояса формируются на линии водяного льда (красный цвет) и нагромождениями гальки во внешних областях протопланетного диска (синий цвет). Этот внешний планетезимальный пояс рассматривается здесь как область рождения планет-гигантов. Этап **С** – протопланеты земной группы и астероид Тейя, мигрируют из внутреннего пояса планетезималей во внешний. Планеты-гиганты: Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун растут путем аккреции гальки и газа. Этап **Д** – материал С1 дрейфовал мимо земной планетной зоны, и планеты земной группы изменяют свои составы в сторону метеоритов С1. Этап **Е** – протопланетный диск очищается, и планетезимали состава NC и CC рассеиваются в пояс астероидов [4].

Доставка воды и углерода путем аккреции гальки: доля показана (рис. 2) как функция массы растущей Земли. Результаты показаны для двух различных значений доли льда в гальке. Оценочные доли воды и углерода в Земле обозначены пунктирными линиями. Вода подается ледяной галькой до тех пор, пока температура в оболочке не достигнет сублимации льда (здесь предполагается, что она составляет 160 К). Доля воды резко падает после того, как протопланета достигает $0,02 M_E$. Углерод испаряется в два этапа: органические вещества испаряются в диапазоне температур от 325 до 425 К, а углеродная пыль сгорает при 1100 К. Планетезимали в поясе рождения, а также ранние срастающиеся гальки определяют начальную долю углерода в 3000 частей на миллион. Падение гальки состава С1 (5% углерода, предполагается, что здесь происходит при $t_{C1} = 3,8$ млн лет), когда Земля достигает массы $0,3 M_E$ совпадает с увеличением нагрева планетарной оболочки, так что общая доля углерода фактически уменьшается с увеличением массы. Конечное значение составляет около 600 частей на миллион, аналогично оценкам для объемного состава Земли, включая потенциальный резервуар углерода в ядре.

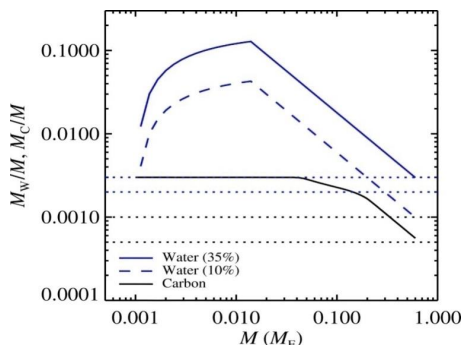


Рис. 2. Доля воды и углерода, которая сохраняется при прохождении через оболочку планеты

В рассматриваемой работе представлена модель формирования планет земной группы, основанная преимущественно на галечной аккреции, но включающая также самосогласованный вклад планетезимальной аккреции. Все начинается с определения в космосе линии водяного льда как наиболее вероятного места формирования первого поколения планетезималей, которые действовали как семена для аккреции гальки в солнечном протопланетном диске. По мере уменьшения светимости звезды с течением временем линия водяного льда перемещается в область формирования планеты земной группы. Это имеет существенное значение для доставки воды и углерода на планеты земной группы, которые образуются в результате аккреции гальки.

Библиографический список

1. Космохимия. Большая Советская энциклопедия. URL: <https://gufo.me/dict/bse/Космохимия>.
2. Шиллер М., Биззарро М., Фернандес В. Изотопная эволюция протопланетного диска и строительных блоков Земли и Луны. Природа 555, 507-510. 2018. URL: <https://doi.org/10.1038/nature25990> (дата обращения: 27.06.2022).
3. Connelly J. N. & Schiller, Martin & Bizzarro, Martin. Pb isotope evidence for rapid accretion and differentiation of planetary embryos. Earth and Planetary Science Letters. 2019. URL: <https://advances.sciencemag.org/content/6/7/eaay7604>. (дата обращения: 27.06.22).
4. Johansen, Anders & Ronnet, Thomas & Bizzarro, Martin & Schiller, Martin & Lambrechts, Michiel & Nordlund, Aake & Lammer, Helmut. A pebble accretion model for the formation of the terrestrial planets in the Solar System. Science Advances.2021. URL: <https://advances.sciencemag.org/content/7/8/eabc0444>. (дата обращения: 27.06.22).

УДК 54.011.56

В. А. Володин

студент кафедры прикладной математики.

С. В. Удахина

кандидат экономических наук, доцент – научный руководитель.

АНАЛИЗ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ЗАДАЧ ПРЕДПРИЯТИЙ

Введение. В данной статье мы разберем вопросы, что такое СППР (система поддержки принятия решений), ее компоненты, основные методы для анализа и выработки предложений, как данная система работает, а также как они используются для задач предприятия.

Развитие компьютерных технологий и достижения в области нейрофизиологии сделали возможным реализацию некоторых простых функций человеческого мозга на компьютере. Однако целью исследований в этих областях и разработок интеллектуальных систем является не замена мозга человека компьютером, а создание эффективного симбиоза человека с компьютером, снабженного соответствующими интеллектуальными модулями, моделями и методами. Есть основания считать, что некоторые способности человеческого мозга никогда не будут поняты до конца. Самым ценным качеством человеческого мозга являются интуиция. На этой основе и зародилась система поддержки принятий решений.

Система поддержки принятия решений (СППР) – компьютерная автоматизированная система, целью которой является помощь людям, принимающим решение в сложных условиях для полного и объективного анализа предметной деятельности. СППР возникли в результате слияния управленческих информационных систем и систем управления базами данных.

Интеллектуальная СППР состоит из следующих пяти основных взаимодействующих компонентов:

- языковая подсистема (механизм обеспечения связи между пользователем и другими компонентами интеллектуальной СППР);
- информационная подсистема (хранилище данных и средств их обработки). Состоит из БД, системы управления БД, средств организации запросов, справочника данных, внешних источников данных;
- подсистема знаний (хранилище знаний о проблемных областях, таких как процедуры, эвристики и правила, средства обработки знаний);
- подсистема моделей (хранилище моделей, языки моделирования, средства управления моделированием). Состоит из базы моделей, системы управления моделями, языков моделирования, справочника моделей и процессора, который осуществляет реализации на модели, интегрирует модели и руководит процессом моделирования;
- подсистема обработки и решения задач (связующее звено между другими системами). Подсистема обработки и решения задач реализует свои отдельные специфические функции в их рамках. Эта подсистема обладает основными способностями по манипуляции и обработке задач для принятия решений.



Рис. 1. Архитектурно-технологическая схема СППР

Для анализа и выработки предложений в СППР используются разные методы. Это может быть информационный поиск, интеллектуальный анализ данных, поиск знаний в базах данных, рассуждение на основе прецедентов, имитационное моделирование, генетические алгоритмы, нейронные сети и др. Некоторые из этих методов были разработаны в рамках искусственного интеллекта. Если в основе работы СППР лежат методы искусственного интеллекта, то говорят об интеллектуальной СППР или ИСППР. Близкие к СППР классы систем – это экспертные системы и автоматизированные системы управления.

Основные положения. Современные СППР представляют собой системы, максимально приспособленные к решению задач повседневной управленческой деятельности, являются инструментом, призванным оказать помощь лицам, принимающим решения (ЛПР). С помощью СППР может производиться выбор решений некоторых неструктурированных и слабоструктурированных задач, в том числе и многокритериальных. СППР, как правило, являются результатом мультидисциплинарного исследования, включающего теории баз данных, искусственного интеллекта, интерактивных компьютерных систем, методов имитационного моделирования.

В зависимости от данных, с которыми эти системы работают, СППР условно можно разделить на оперативные и стратегические. Оперативные СППР предназначены для немедленного реагирования на изменения текущей ситуации в управлении финансово-хозяйственными процессами компании. Стратегические СППР ориентированы на анализ значительных объемов разнородной информации, собираемых из различных источников. Важнейшей целью этих СППР является поиск наиболее рациональных вариантов развития бизнеса компании с учетом влияния различных факторов, таких как конъюнктура целевых для компании рынков, изменения финансовых рынков и рынков капиталов, изменения в законодательстве и др. СППР первого типа получили название Информационных систем руководства (Executive Information Systems, ИСР). По сути, они представляют собой конечные наборы отчетов, построенные на основании данных из транзакционной информационной системы предприятия, в идеале адекватно отражающей в режиме реального времени основные аспекты производственной и финансовой деятельности.

Для ИСР характерны следующие основные черты:

- отчеты, как правило, базируются на стандартных для организации запросах; число последних относительно невелико;
- ИСР представляет отчеты в максимально удобном виде, включающем, наряду с таблицами, деловую графику, мультимедийные возможности и т. п.;
- как правило, ИСР ориентированы на конкретный вертикальный рынок, например, финансы, маркетинг, управление ресурсами.

СППР другого типа предполагают достаточно глубокую проработку данных, специально преобразованных так, чтобы их было удобно использовать в ходе процесса принятия решений. Неотъемлемым компонентом СППР этого уровня являются правила принятия решений, которые на основе агрегированных данных дают возможность менеджерам компании обосновывать свои решения, использовать факторы устойчивого роста бизнеса компании и снижать риски. СППР второго типа в последнее время активно развиваются. Технологии этого типа строятся на принципах многомерного представления и анализа данных (OLAP). При создании СППР можно использовать Web-технологии. В настоящее время СППР на основе Web-технологий для ряда компаний являются синонимами СППР предприятия. СППР разнообразны и могут применяться в различных областях. В табл. 1 рассмотрены СППР для различных областей.

Таким образом, применение СППР в задаче выбора варианта информатизации в качестве главной цели фирмы может быть, например, повышение рентабельности предприятия, а критериями оценки вариантов могут вступать, например, затраты на информатизацию, способность поддерживать решения, возможность адаптации к другим видам деятельности предприятия, возможность защиты информации, время реакции на запрос, надежность оборудования и пр. Наборы значений этих критериев используются для описания исходов альтернативных вариантов решений (в дальнейшем, «альтернатив») с последующим формированием функции полезности, отражающей предпочтения ЛПР и позволяющей каждому набору значений оценок альтернатив по выбранным критериям поставить в соответствие некоторое число, характеризующее эффективность альтернативы.

Системы поддержки принятия решений по предметным областям

Тип СППР	Название СППР	Разработчик	Применение	Предприятия, где функционирует
Географический	GRASS	ESRI	Географическая информационная система (ГИС), используется для управления данными, для обработки изображений, графики, пространственного моделирования и визуализации различных типов данных	ООО «Gismap»
Авиационный	B64C13/18	Авиакомпания «Волга-Днепр»	Система для поддержки решений экипажа в опасных ситуациях включает датчики состояния двигателей, топливной системы, гидросистемы, системы электроснабжения, системы штурвального управления, системы выпуска шасси и торможения, системы жизнеобеспечения, противообледенительной системы, противопожарной системы, системы автоматического управления, соединенные с мультиплексным каналом информационного обмена, позволяющие анализировать и подавать сигналы в блоки управления этих систем для предотвращения особых ситуаций. Достигается повышение уровня безопасности за счет расширения технических возможностей	Авиакомпания «Волга-Днепр»
Банковский	Deductor Credit Scorecard	BaseGroup Labs	Программа, которая анализирует информацию о заемщике. После того как в банк приходит заявка на кредит, программа обрабатывает данные, собирает информацию и на ее основе выставляет балл; от его значения зависит вероятность одобрения кредита. Скоринговые системы могут различаться в разных организациях: ими пользуются не только банки, но и БКИ, страховые и лизинговые компании. Бюро кредитных историй работают со скорингом, чтобы помогать клиентам понять, каковы их шансы на получение кредита	Банк Санкт-Петербург

Построение функции полезности на основании формального описания предпочтений предполагает, в частности, способность ЛПП выполнить замещения, т. е. в простейшем случае выбрать в качестве лучшей одну из двух альтернатив, причем одна из них превосходит вторую по некоторому критерию *A*, но уступает по критерию *B* при равных оценках по остальным. Для этого ЛПП должен полностью владеть проблемой. Применительно к задаче выбора варианта информатизации предприятия ЛПП должен, в частности, указать, какой из двух вариантов предпочтительней для повышения рентабельности – тот, который обеспечивает возможность поддержки принятия решений, но уступает по времени реакции, или вариант, обеспечивающий меньшее время реакции на запрос, но не содержащий средств поддержки принятия решений при равных оценках по остальным критериям.

Обсуждения. По результатам исследования были проанализированы вопросы, касающиеся анализа систем поддержки принятия решений для задач предприятий, структура и основные свойства

данной системы. Также были выявлена практическая ценность, которая необходима для устранения факторов и улучшения качества принятых решений компании или предприятия.

Для действительно сложных комплексных проблем допущение о способности ЛПР осуществлять подобные замещения весьма сильно, ЛПР не может обладать всеми знаниями, необходимыми для квалифицированного решения этой задачи. Поэтому для решения таких сложных проблем следует привлекать многих специалистов в разных областях знаний, что при использовании такого подхода весьма затруднительно.

Библиографический список

1. Попов А. Л. Система поддержки принятия решения. URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/1676/5/1335843_schoolbook.pdf. (дата обращения: 20.10.2021).
2. Ларичев О. И., Петровский А. В. Системы поддержки принятия решений. Современное состояние и перспективы их развития // Итоги науки и техники. Сер. 1987. 132 с.
3. Трахтенгерц Э. А. Компьютерная поддержка принятия решений. М.: СИНТЕГ, 1998.

УДК 523.2

Р. А. Горшков

студент кафедры прикладной математики

Д. А. Трезуб

студент кафедры прикладной математики

Г. Л. Плехоткина

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель.

НАУЧНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ НОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Исследование Солнечной системы необходимо для решения многих задач: создания прогнозов изменения условий жизни на Земле и других планетах, вращающихся вокруг Солнца, организации защиты человечества от внешних угроз, колонизация планет Солнечной системы и т. д.

Современный этап исследования солнечной системы подразумевает изучение не только объектов внутри нее, но взаимодействие гелиосферы с окружающей ее средой. В межзвездном пространстве, как известно, нет четких границ между отдельными областями. Поэтому считается, что Солнечная система заканчивается на гелиопаузе – области пространства, в которой давление солнечного ветра уравнивается давлением межзвездного газа.

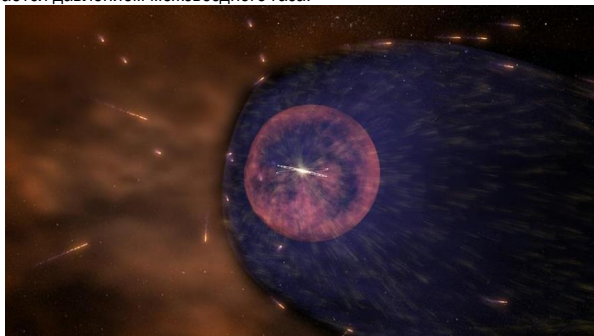


Рис. 1. Гелиосфера, движущаяся в межзвездной среде

19 апреля 2021 г. космическое агентство НАСА (США) запустило зонд-телескоп SHIELDS для исследования гелиосферы и детектирования частиц межзвездного пространства [1]. Благодаря гелиосфере все объекты Солнечной системы защищены от негативного воздействия космического излучения. Известно, что гелиопауза – это наиболее удаленная область пространства, доступная для изучения, поэтому исследование частиц межзвездного вещества, попадающих в Солнечную систему, необходимо для изучения объектов, находящихся вне гелиосферы.

Солнечную систему можно представить как «надутый» магнитный пузырь (рис. 1), который движется в пространстве со скоростью 23 км/с относительно бесконечно далеких звезд [2]. Межзвездные частицы сталкиваются с поверхностью гелиосферы и отклоняются по различным направлениям, причем проходят только нейтральные частицы. Телескоп SHIELDS разработан для определения траекторий этих частиц. Он способен обнаружить свет поступающих атомов водорода и определять их скорость по изменению длин волн этого света. Гелиосфера движется по неоднородному межзвездному пространству и определить воздействие отдельных областей космического пространства на Солнечную систему можно при наличии карты формы и плотности вещества, которую и будет создавать SHIELDS. Уолт Харрис (главный исследователь миссии SHIELDS) считает, что это будет полезно для определения отдаленного будущего, так как через 50000 лет предполагается переход Солнечной системы в другой участок межзвездного пространства с другой плотностью [1].

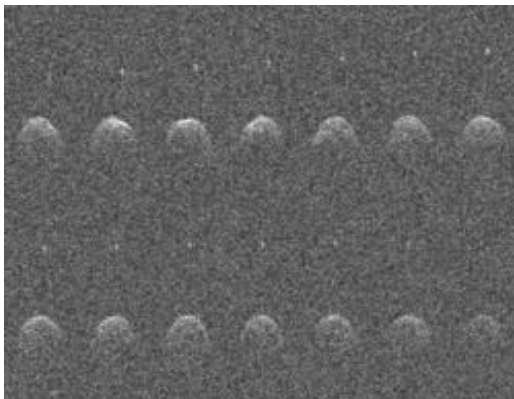


Рис. 2. 14 последовательных радиолокационных снимков астероида 65803 (Didymos) и его луны Dimorphos

Из-за наличия угрозы столкновения Земли с астероидами и кометами 23 (24) ноября 2021 г. стартовала первая в мире миссия по тестированию технологии защиты. Аппарат DART (NASA) разработан для смещения астероида с орбиты посредством кинетического удара [3]. Его целью станет луна околоземного бинарного астероида 65803 (Didymos) (рис. 2), которая хоть и не представляет угрозы для Земли, но является объектом для подобного эксперимента. Предполагается осуществить столкновение аппарата с астероидом 26 сентября – 1 октября 2022 г. Наблюдение будет выполняться с помощью искусственного спутника – CubeSat (Италия).

В настоящее время не обнаружена какая-либо угроза столкновения с Землей астероидов и комет. Тем не менее, эта миссия – часть подготовки Земли к защите от астероидной опасности. Ее целью является как тестирование самого метода отклонения космического тела, так и определение точности разработанной детальной виртуальной симуляции, которая оценивает поведение астероида после удара.

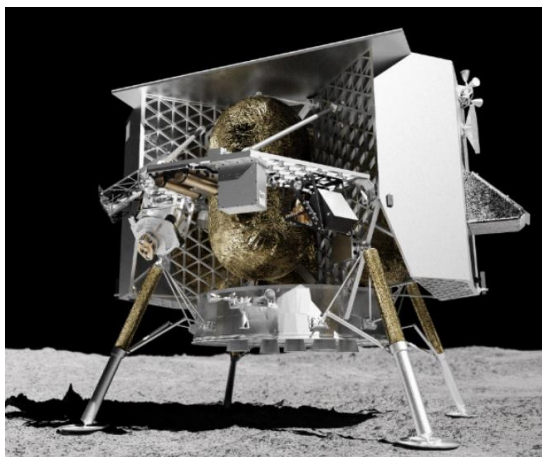


Рис. 3. Лунный посадочный модуль Peregrine Lander

Колонизация Луны способна решить немало проблем человечества. Однако для этого необходимо совершить исследования для обеспечения колоний необходимыми ресурсами и защите их от радиации и лунной пыли. Подобные исследования могут быть проведены благодаря доставке оборудования посадочными модулями частных компаний. В 2022 г. компания Astrobotic (США) запустит свою миссию Peregrine Mission One – доставку полезной нагрузки: научных инструментов, технологий, мемориалов, луноходов разных стран. Посадка предполагается на базальтовую равнину Lacus Mortis с помощью посадочного модуля Peregrine Lander (рис. 3), который будет доставлен на борту ракеты-носителя Vulcan Centaur. Руководство Astrobotic считает, что этот полет начнет новую фазу космической науки, исследований и торговли на Луне и за ее пределами [4]. Также планируется две миссии на южный полюс Луны в 2023 г.

Оборудование, которое будет доставлено компанией Astrobotic? необходимо для следующих исследований: идентификация низкомолекулярных летучих веществ для определения концентрации потенциально полезных веществ, практическое использование фотоэлементов на поверхности Луны, поиск признаков водяного льда на поверхности, изучение лунной радиационной среды и. т. д.

д. Возможность доставки технологий на Луну ускорит процесс подготовки к колонизации.

Таблица 1

Полный перечень участников и грузов

Груз	Страна	Организация
Научные инструменты	Мексика	Agencia especial Mexicana
Спектрометр с линейным перегоном энергии	США	NASA
Напоминания о Луне	Германия	DHL Moonbox
Магнитометрический инструмент	США	NASA
Асагумо ровер	UK	Spacebit
Спектрометр	США	NASA
Ирис лунный вездеход	США	Carnegie Mellon University
Система летучих спектрометров ближнего диапазона	США	NASA
Яоки лунный вездеход	Япония	Dymon co., Ltd
Прибор для измерения нейтронов на поверхности Луны	США	NASA
Память человечества на Луне	Венгрия	Pull Space T.
Система нейтронного спектрометра	США	NASA
Фотоэлектрические исследования на поверхности Луны	США	NASA
Капсула лунного сна	Япония	Astroscale
Спектрометр	США	NASA
Лунная арка	США	Carnegie Mellon u.,
Измерения поверхности	США	NASA
Библиотеки ARCH	США	The Arch mission foundation
Мемориал	США	Ellysium space
Мемориал	США	Celestis
Относительная навигация	США	Astrobotic
Логистика	Германия	DHL

Таким образом в ближайшее время должны быть совершены многочисленные перспективные исследования. Они помогут решить проблемы человечества, такие как перенаселение Земли, опасность столкновения с астероидом или кометой, делают возможной добычу ресурсов на других планетах Солнечной системы, прогнозируют возможные изменения условий жизни в ней.

Библиографический список

1. Зонд – телескоп SHIELDS. URL: <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2021/shields-up-nasa-rocket-to-survey-our-solar-system-s-windshield> (дата обращения: 11.06.2021).
2. Межзвездное пространство. URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/interstellar-space> (дата обращения: 15.07.2021.)
3. DART. URL: <https://blogs.nasa.gov/dart/> (дата обращения: 10.06.2021).
4. Astrobotic. URL: <https://www.astrobotic.com/> (дата обращения: 10.06.2021).
5. Телескоп Джеймс Уэбб. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/James_Webb_Space_Telescope (дата обращения: 10.06.2021).

УДК 005

Н. Э. Гракова

студент кафедры прикладной математики

В. О. Озолина

студент кафедры прикладной математики

С. В. Удахина

кандидат экономических наук, доцент – научный руководитель

АНАЛИЗ ОПЫТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ССП В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СФЕРЕ

Рассматривается актуальность системы сбалансированных показателей (ССП), а также преимущества и недостатки внедрения ССП, вопросы использования системы, а также модели показателей эффективности.

В связи с развитием современных технологий в образовательных учреждениях остро встает вопрос об актуальности системы сбалансированных показателей. На данный момент ССП представляет собой неотъемлемый инструмент реализации и анализа стратегий.

Система сбалансированных показателей (англ. – Balanced Scorecard, BSC) – один из ключевых инструментов менеджмента, позволяющий отследить результативность достигаемых целей, комплексных планов управления в рамках стратегии компании.

Безусловно, высшее учебное заведение является неотъемлемой частью российской экономики, что в свою очередь приводит к жесткой конкуренции на рынке образования, и к необходимости интеграции российского образования на международный рынок.

Впервые термин ССП появился в начале 1990-х гг., как инструмент развивающихся компаний. Разработка имела название Balanced Scorecard, которая включает в себя «Balanced» (сбалансированность) и «Scorecard» (система показателей). Команда исследователей Гарвардской бизнес-школы под управлением профессора Роберта Каплана вместе с основателем и президентом компании Balanced Scorecard Collaborative Дэвидом Нортоном подчеркнули название сбалансированность и измеримость системы [1].

Из курса стратегического анализа компании известно, что ССП является одним из немаловажных инструментов реализации цели, разработанной Д. Нортоном и Р.Капланом. Главная задача и самая большая проблема на этапе внедрения, по мнению основателя системы показателей Роберта Каплана, состоит в том, чтобы заставить работников, привыкших к определенному стилю и принципу ведения дел, приспособиться к новому подходу в создании стоимости [2].

У ССП есть свои преимущества и недостатки. К преимуществам можно отнести: визуальное изображение стратегии, на основе ССП строится суждение, работает на трех уровнях абстракции (миссия и видение, стратегические приоритеты или темы, цели, уровни действия), простота сбора информации. К недостаткам: недостаточный анализ рисков, недостаток временного аспекта, не уделяется внимание внешним факторам и конкурентам.

Примерами успешного применения системы сбалансированных показателей являются вузы, входящие в рейтинг лучших университетов мира по версии британского издания Times Higher Education: Калифорнийский университет в Беркли (США) – 3 место; Университет Эдинбурга – 27 место; Университет Глазго (Шотландия) – 80 место.

Вопросами использования ССП в управлении иностранными компаниями занимались также М. Веттер, Ю. Вебер, О. Грайнер, П. Нивен, Э. Нили, Н-Г. Ольве, Ж. Рой, С. Рой, К. А. Финк, П. Хорват, У. Шеффер и др. В последние годы стали интересоваться вопросами разработки ССП отечественные ученые и специалисты. Можно отметить работы В. Борисенко, Е. Н. Ветлужских, А. М. Гершуна, М. Горского, А. А. Дергунова, Е. И. Добрусина, Д. Егорова, Ю. С. Нефедьевой, С. Н. Панкратова, В. С. Синицкой, В. Н. Слинкова, Д. В. Степанова, Б. И. Табачникаса, А. С. Терешенкова и др. В них рассматриваются возможности внедрения ССП в практику управления российских предприятий и организаций [3].

Модель показателей эффективности университета включает некоторые показатели («стандартные») KPI), используемые большинством вузов: 1) доля участия, %. 2) показатель удержания, %. 3) доля окончивших университет, %. 4) результаты с точки зрения найма.

KPI MONITOR позволяет реализовать произвольные системы управления показателями, отвечающими требованиям и методологии конкретного вуза, его организационной структуре, составу необходимых параметров анализа.

Внедрение ПО в ССП позволяет использовать произвольные системы управления элементами, отвечающие показателям измерения результативности и эффективности предпринятых действий. Что в свою очередь объединяет разнородные элементы в единый показатель эффективности и способствует повышению эффективности управления вузом.

На рис. 1 – 3 схематично представлены элементы показателей, влияющие на результативность работы вуза.



Рис. 1. Доля иностранцев среди магистрантов и аспирантов



Рис. 2. Для обучающихся по перспективным направлениям развития

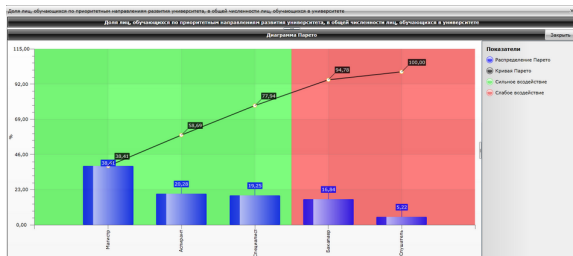


Рис. 3. Диаграмма Паретто

Непрерывное изменение стратегии влечет за собой изменение целей и показателей KPI в ССП, приводит к необходимости внесения корректировок в систему сбалансированных показателей и соответственно изменения стратегических целей, тенденций и KPI, что порождает совершенствование системы. Из этого можно сделать вывод, что при оценке эффективности по KPI в системе сбалансированных показателей элементы должны быть понятными, измеримыми и объективными [4].

Проблемы с выбором показателей могут быть в связи с отсутствием статистики или динамики изменения элементов. Анализ российской практики применения ССП активно набирает обороты, помогая решить проблему эффективной оценки результатов деятельности вуза и успешной реализации стратегии.

Библиографический список

1. Внедрение сбалансированной системы показателей в практику управления вузом. URL: <http://economy-lib.com/vnedrenie-sbalansirovannoy-sistemy-pokazateley-v-praktiku-upravleniya-vuzom#2> (дата обращения: 20.10.2021).
2. Коплан Р. С., Нортон Д. П. Сбалансированная система показателей: от стратегии к действию. М.: Олимп-Бизнес, 2016. 210 с.
3. Абдрахманова Д. Р. Система сбалансированных показателей в системе стратегического планирования на предприятии // Молодые лидеры-2017. С. 49–54.
4. Хруцкий В. Е. Оценка персонала. Сбалансированная система показателей: учеб. пособие для вузов / В. Е. Хруцкий, Р. А. Толмачев, Р. В. Хруцкий. 3-е изд., испр. и доп. М.: Юрайт, 2021. 208 с.

УДК 372.851

Г. В. Гулов

студент кафедры вычислительных систем и программирования

В. Н. Ассаул

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

О ПРИМЕНЕНИИ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ В ЗАДАЧАХ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ГЕОМЕТРИИ

Введение. В современном мире, где идет непрерывное развитие технологий и технических процессов во всех сферах человеческой деятельности, увеличивается востребованность исследований научных тем, находящихся на границах разных разделов наук и затрагивающих не одну, а несколько научных областей.

В статье рассматриваются известные геометрические подходы к стандартным вероятностным задачам с применением геометрической вероятности [1]. С помощью программы, написанной на языке программирования высокого уровня, статистически исследуются свойства треугольника, вписанного в окружность. А именно, оценивается вероятность того, что треугольник будет остроугольным или тупоугольным. Сама по себе эта задача не представляет трудности, однако с методической точки зрения и для более глубокого понимания геометрической вероятности привязать к ней умения программировать и критически анализировать полученные результаты, представляется крайне полезно и интересно.

Материалы и методы. Для решения поставленных задач необходимо, во-первых, найти правильное теоретическое их решение, во-вторых, рассмотреть несколько методов симуляции с разными подходами и применить их для различных геометрических фигур.

Задача формулируется следующим образом: на окружности выбираются три случайные точки, они соединяются и образуют вписанный треугольник. Найти вероятность того, что получившийся вписанный треугольник содержит центр окружности, т. е. является остроугольным.

Теоретическое решение данной задачи заключается в том, что где бы ни была выбрана первая точка, диаметр, на котором она лежит, делит круг на два симметричных полукруга, поэтому вторая и третья точки (при условии, что они разные) обязательно должны быть размещены на противоположных половинах круга. Линия, соединяющая вторую и третью точки, должна также лежать выше центра (относительно первой точки или же ниже центра, если первая точка была сверху). Если вторая точка находится на расстоянии x от первой точки по периметру круга (в единицах длины периметра), то существует диапазон в пределах $\left(\frac{1}{2} - x\right)$, в котором можно разместить третью точку. Таким образом,

вероятность будет равна:

$$2 \int_0^{\frac{1}{2}} \left(\frac{1}{2} - x\right) dx = 2 \int_0^{\frac{1}{2}} x dx = \frac{1}{4}.$$

Интеграл умножается на 2, так как вторая и третья точка могут поменяться местами. В итоге вычислений получаем вероятность равную 25%, что впоследствии будет подтверждено компьютерными расчетами.

Для статистического исследования нашей задачи можно использовать эксперимент с большим количеством повторений, с реализацией на языке программирования C++. Проверка накрытия центра будет проверяться методом пересекающихся хорд. Метод проверки через пересекающиеся хорды заключается в том, что на окружности ставятся случайные две точки (они должны быть разными) A и B (рис. 1). Потом через центр O и эти две точки проводятся две хорды (AA_1 и BB_1). Дуга (противоположенная первым двум точкам) B_1A_1 , заключенная между хордами AA_1 и BB_1 будет допустимым диапазоном, где может находиться третья точка C . Если три случайно сгенерированные точки удовлетворяют данному условию, то треугольник накрывает центр окружности.

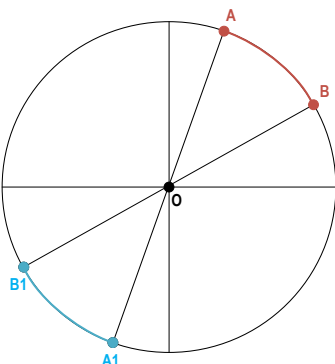


Рис. 1. Метод симуляции через пересекающиеся хорды на окружности.

Алгоритм работы программы заключается в том, что сначала нам необходимо сгенерировать три случайные точки на окружности в диапазоне от 0 до 2π ($0^\circ - 360^\circ$) и для удобства последующих вычислений упорядочить их по возрастанию. Для упорядочивания трех точек по возрастанию используется метод быстрой сортировки (метод Хоара [2]). Основная проверка вхождения третьей точки в допустимый диапазон $B1A1$ происходит следующим образом $\left((a + 180^\circ) \% 360^\circ \right) < c$ & $c < \left((b + 180^\circ) \% 360^\circ \right)$ | $\left((b + 180^\circ) \% 360^\circ \right) < c$ & $c < \left((a + 180^\circ) \% 360^\circ \right)$. Остаток от деления на 360° берется для того, чтобы учесть ситуацию, когда из-за больших сгенерированных значений нарушается порядок точек (A, B, C). Все вышеописанные операции выполняются необходимое количество итераций и в итоге дают результат близкий 25%. Чем больше количество итераций, тем ближе конечный результат к 25%. В зависимости от количества итераций работы программы меняется точность вычислений. В табл. 1 приведены результаты работы программы для разного количества итераций, а график зависимости представлен на рис. 2.

Таблица 1

Результаты симуляции при различных количествах итераций

N – количество итераций	$P(A)$ – результат симуляции, %
100	27,49
500	25,62
1000	25,32
2000	24,55
5000	24,74
10000	24,79
50000	24,97
100000	25,04
500000	25,01

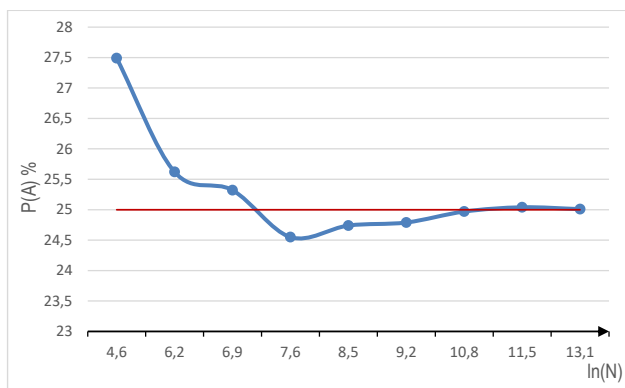


Рис. 2. График зависимости вероятности от количества итераций в работе программы и горизонтальная линия вероятности в 25%

Рассмотрим вторую задачу, заменив окружность на эллипс. Новая задача: на эллипсе (с произвольными большой и малой полуосями) выбираются три случайные точки, они соединяются и образуют треугольник. Найти вероятность того, что получившийся вписанный треугольник покрывает центр эллипса. Новая программа будет проверять накрытие центра методом векторного умножения. Данный метод проверки заключается в том, чтобы с использованием канонического уравнения эллипса, сгенерировать три случайные точки на эллипсе. Центром системы координат и одновременно центром эллипса является точка P с координатами $(0; 0)$. Чтобы определить лежит ли точка $P(0; 0)$ внутри треугольника ABC , вычисляются 3 векторных произведения: $AB \times AP$, $BC \times BP$, $CA \times CP$. Если три векторных произведения положительны, то данная точка находится по правую (левую, если обходить треугольник против часовой стрелки, и тогда три векторных произведения должны быть отрицательны) сторону от всех сторон треугольника, т. е. внутри фигуры, а значит получившийся треугольник из трех произвольных точек на эллипсе покрывает центр эллипса. Пример векторного умножения одной из сторон на вектор, направленный в центр, на рис. 3.

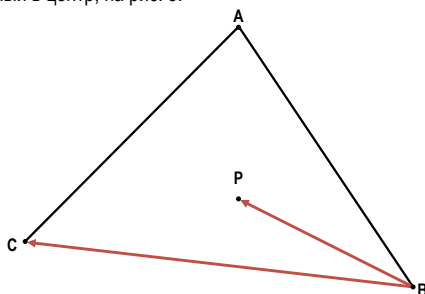


Рис. 3. Векторное произведение $BC \times BP$

Используемая проверка накрытия центра основывается на векторном произведении. Векторное произведение векторов a и b , заданного декартовыми координатами в пространстве для 3-мерного правого ортонормального базиса можно выразить:

$$a \times b = (a_y b_z - a_z b_y, a_z b_x - a_x b_z, a_x b_y - a_y b_x).$$

Векторное произведение обладает свойством антикоммутативности: $a \times b = -b \times a$. Это важное свойство, которое будет использоваться для решения задачи. Для того чтобы определить лежит ли центр эллипса $P(0;0)$ внутри треугольника ABC вычисляются 3 векторных произведения: $AB \times AP$, $BC \times BP$, $CA \times CP$. Так как треугольник и точка находятся в 2-мерном пространстве на плоскости, то третья координата z для 3-мерного пространства равна нулю. Следовательно, можно не вычислять координаты x и y для векторного произведения, если координата z векторов-множителей равна нулю, то координаты x и y результата в этом случае всегда равны нулю (результатирующий псевдовектор перпендикулярен плоскости треугольника). Знак результата произведения для оставшейся координаты (z) зависит от относительного положения умножаемых векторов. Если первый вектор (в нашем случае это сторона треугольника) находится правее второго вектора (вектор из вершины в точку P), то координата z результата будет положительна, если первый вектор будет левее второго, то отрицательна, и в противном случае, если оба вектора идут в одном и том же направлении, результат будет равен нулю. Получив результаты по трем векторным произведениям, остается их проанализировать, чтобы понять, лежит ли точка внутри треугольника. Если получаются положительные и отрицательные результаты, то точка лежит вне треугольника (рис. 6), если результаты только положительные или только отрицательные, точка – внутри треугольника (рис. 4, а, б). Если один результат равен нулю, остальные все либо положительные, либо все отрицательны, то точка лежит на стороне треугольника (рис. 5).

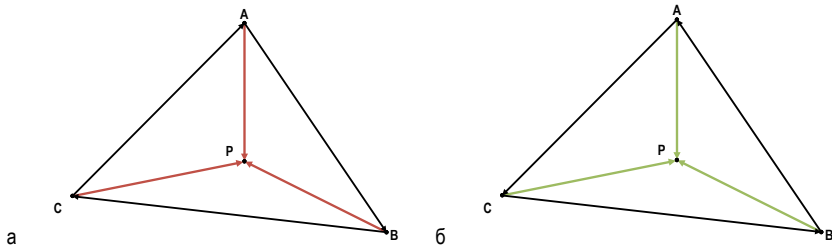


Рис. 4. Точка – внутри треугольника: а – все результаты положительные, б – все результаты отрицательные

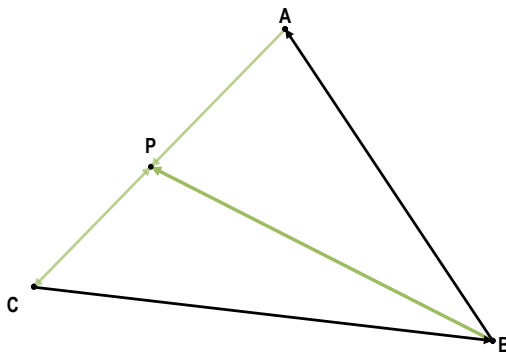


Рис. 5. Один результат равен нулю, остальные все либо положительные, либо все отрицательны; точка лежит на стороне треугольника; если два результата равны нулю, точка совпадает с вершиной треугольника

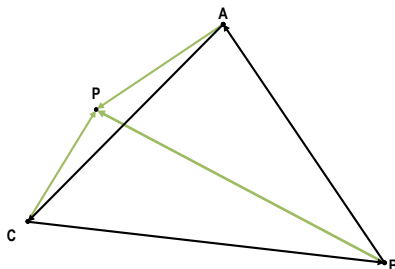


Рис. 6. Имеются и положительные и отрицательные результаты; точка лежит вне треугольника

Что касается другой части программы, первоначально, основываясь на введенной пользователем большой полуоси, удваивая ее, получается большая ось – это допустимый диапазон значений точки по оси x (он может быть как положительным, так и отрицательным). Затем генерируется случайное число на данном диапазоне. Потом, основываясь на каноническом уравнении эллипса:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

и сгенерированном случайном значении x в диапазоне большой оси (малая и большая полуось уже введена пользователем), выводится значения y для имеющегося случайного x :

$$y = \pm \sqrt{\frac{b^2}{a^2}(a^2 - x^2)}$$

Благодаря двум знакам рассматривается как верхняя, так и нижняя часть эллипса. Получив три точки с координатами, которые могут находиться на эллипсе, с введенными пользователем малой и большой полуосями, происходит проверка попадания центра эллипса в треугольник, описанная в самом начале. В результате большого количества симуляций вероятность накрытия центра эллипса составляет, так же как и для окружности, 25% даже на разных отношениях большой малой полуоси.

После анализа вероятности накрытия центра эллипса вписанным треугольником имеет смысл рассмотреть вероятность остроугольности получившегося треугольника. Алгоритм работы новой программы заключается в том, что первоначально, происходит генерация трех случайных точек на эллипсе, и малую и большую полуось (введенные пользователем), происходит проверка остроугольности треугольника. Зная координаты каждой вершины вписанного треугольника, можно вычислить длину каждой стороны треугольника по формуле $A_1A_2 = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$. Потом вычисляются их квадраты, а затем проверяется три раза (для каждой стороны) условие: $c^2 < a^2 + b^2$. Новая симуляция выдает результат вероятности остроугольности вписанного треугольника в эллипсе близкий к 25% на одинаковых значениях большой и малой полуоси (когда эллипс становится окружностью). Когда различие между большой и малой полуосью начинает увеличиваться, вероятность остроугольности треугольника начинает постепенно уменьшаться.

Для точности сравнения вероятности накрытия центра эллипса и остроугольности вписанного треугольника необходимо рассмотреть другой метод проверки остроугольности треугольника. В новой симуляции проверка остроугольности треугольника будет происходить аналогично предыдущему методу, однако вместо проверки остроугольности вписанного треугольника через условие $c^2 < a^2 + b^2$ новая симуляция будет проверять остроугольность вписанного треугольника через проверку допустимых значений косинусов углов треугольника. Для остроугольности треугольника необходимо, чтобы все углы треугольника не превосходили 90° , а значит косинусы всех углов были в пределах от 0 до 1. Для этого сначала необходимо вычислить длины сторон треугольника по формуле $A_1A_2 = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$. Потом, используя теорему косинусов $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha$,

вычислить значение косинуса для рассматриваемого угла $\cos \alpha = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}$. Если все значения косинусов удовлетворяют необходимому условию (косинус угла должен быть от 0 до 1), то треугольник остроугольный.

В результате большого количества симуляций выяснено, что вероятность накрытия центра эллипса остается на уровне 25%, а вот вероятность остроугольности вписанного треугольника аналогично предыдущему методу начинает постепенно уменьшаться при увеличении отношений большой и малой полуоси.

Наряду с описанным ранее методом генерации координат вершин треугольника на эллипсе был протестирован другой подход, заключающийся в использовании параметрического уравнения эллипса. Сначала необходимо сгенерировать случайное число t в диапазоне от 0 до 2π ($0^\circ - 360^\circ$). Потом подставить полученное значение в параметрическое уравнение эллипса:

$$x = a \times \cos t; y = b \times \sin t, \text{ где } 0 \leq t \leq 2\pi.$$

Это повторяется три раза, таким образом получаются координаты вершин треугольника на эллипсе. Результаты работы старого и нового метода генерации координат приведены в табл. 2. Также результаты старого метода изображены на графике рис 7, а результаты нового метода изображены на графике рис 8.

Таблица 2

Результаты работы программы при старом и новом методе генерации точек для разных отношении большой и малой полуоси эллипса.

Отношение большой к малой полуоси a/b	Вероятность остроугольности треугольника при старом методе, %	Вероятность остроугольности треугольника при новом методе, %
0,05	1,00	0,86
0,07	1,56	1,30
0,10	2,75	2,50
0,12	3,60	3,50
0,14	4,20	4,40
0,17	5,00	5,40
0,20	5,90	7,00
0,25	7,00	9,30
0,33	8,40	13,00
0,50	11,60	19,00
0,67	16,70	22,60
1,00	25,00	25,00
1,50	27,00	22,60
2,00	25,00	19,00
3,00	19,00	13,00
4,00	14,30	9,30
5,00	11,00	7,00
6,00	8,70	5,40
7,00	7,00	4,40
8,00	5,80	3,50
9,00	4,90	3,00
10,00	4,20	2,50
15,00	2,20	1,30
20,00	1,40	0,86

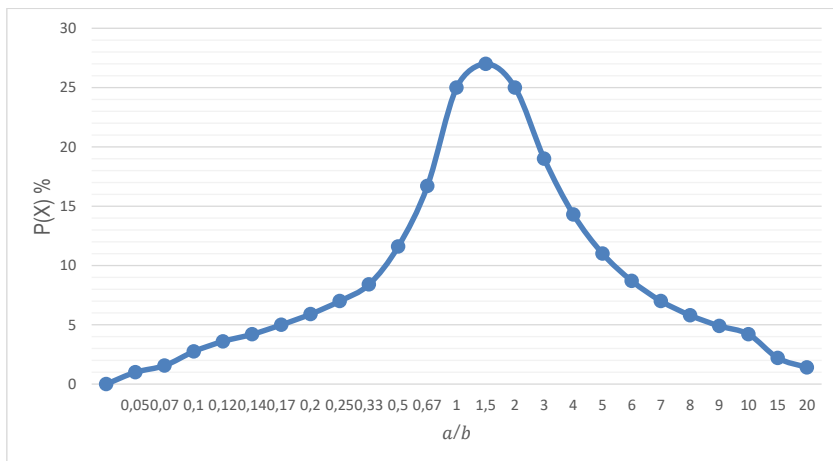


Рис. 7. График результатов работы программы при старом методе генерации координат

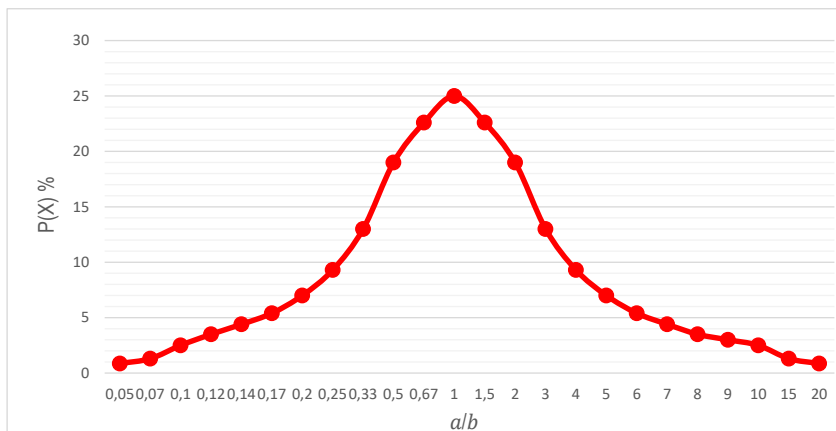


Рис. 8. График результатов работы программы при новом методе генерации координат

После проведения ряда испытаний было выяснено, что старый метод генерации точек дает некорректные значения вероятности для проверки остроугольности треугольника при аналогичных отношениях большой и малой полуоси (например, $5/2$ и $2/5$), они должны быть приблизительно равны, но этого не происходит. Однако новый метод генерации координат дает корректный результат для аналогичных отношений большой и малой полуоси. Сравнение результатов работы программы при старом и новом методе генерации точек приведены на графике рис. 9. Неточность работы программы при старом методе генерации точек обусловлена использованием в ней двух случайных величин.

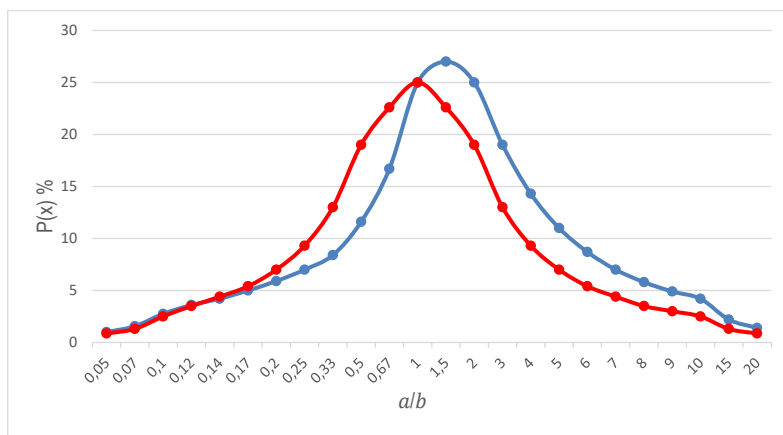


Рис. 9. Сравнение результатов работы программы при разном методе генерации точек.
Красный – новый метод генерации точек, синий – старый метод генерации точек

Результаты. Статистическое моделирование подтвердило, что вероятность накрытия центра окружности вписанным треугольником, образованным тремя случайными точками на окружности, равна 25% вне зависимости от выбранного метода проверки (метод пересекающихся хорд, метод векторного умножения, метод проверки через условие остроугольности треугольника). Для эллипса получилась вероятность накрытия центра треугольником также 25% (методом векторного умножения векторов сторон треугольника на вектор из вершин треугольника в центр эллипса), однако вероятность остроугольности получившегося треугольника в эллипсе отличается. Если большая и малая полуоси равны, т. е. эллипс является окружностью, то вероятность остроугольности получившегося треугольника равна 25%, но если начать изменять соотношение большой и малой полуоси, то вероятность остроугольности треугольника начинает постепенно уменьшаться. Поэтому можно сделать вывод, что для окружности условие покрытия центра равносильно условию остроугольности, но для эллипса оно не работает. Для эллипса метод проверки через векторное умножение дает 25%, а метод проверки остроугольности треугольника – максимум 25%, если эллипс является окружностью, и постепенно уменьшающуюся вероятность с уменьшением соотношения полуосей.

Обсуждения. Недостатком всех вышеописанных программ является то, что они не имеют графического оформления и выводят результат только в консоли. Хорошим решением данной проблемы было бы использование языка программирования JavaScript и оформление визуального интерфейса программы в виде сайта. В программе можно было бы вводить не только количество итераций эксперимента, но и другие данные, касающиеся геометрических фигур, также было бы хорошо реализовать графическое отображение полученных геометрических фигур для более глубокого анализа вероятности остроугольности вписанного треугольника в эллипсе с различными соотношениями большой и малой полуоси.

Библиографический список

1. Краснов М. Л., Киселев А. И., Макаренко Г. И., Шикин Е. В., Залаяпин В. И., Соболев С. К. Вся высшая математика: учебник. Т. 5. М.: Эдиториал УРСС, 2011. 296 с.
2. Матяш В. А., Рогачев С. А. Алгоритмы и структуры данных: учеб. пособие. СПб.: ГУАП, 2021. 71 с.
3. Весь листинг описанных программ. URL: <https://github.com/MrZhizhik/Listing.git> (дата обращения: 20.03.2022).

УДК 523.4

В. Д. Дементьев

студент кафедры прикладной математики.

Г. Л. Плехоткина

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель.

СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛЕЦ ПЛАНЕТ-ГИГАНТОВ

Сравнивать планеты солнечной системы можно по разным признакам: по массе, по удаленности от Солнца, по химическому составу, количеству колец и по другим признакам. В этой работе рассматриваются кольца всех четырех планет, открытые как некоторое время назад (Сатурн), так и совсем недавно (Юпитер, Уран и Нептун).



Рис. 1. Юпитер. Кольцо – гало. Изображение получено КА «Вояджер 1» (в электронных цветах)



Рис. 2. Система колец и спутников Юпитера

Впервые предположение о наличии у Юпитера (удаленность от Солнца 5,20 а. е.) колец сделал советский астроном С. К. Всехсвятский [5]. Сфотографировал их космический зонд «Вояджер-1» в 1979 г. Каменные кольца Юпитера в телескоп не видно, так как их отражательная способность стремится к нулю. Во время нахождения зонда над ночной стороной планеты кольца видны хорошо. Они состоят из темных и очень мелких частиц, размеры которых сравнимы с длиной волны света (примерно 5×10^{-7} м). В видимой части спектра и близкой инфракрасной у колец красный окрас, за исключением «кольца-гало», которое имеет нейтральный или синий окрас.[9]. Следующая по степени удаленности от Солнца планета – Сатурн (удаленность от Солнца 9,58 а. е.) Он окружен ярким широким льдистополевым кольцом и системой спутников. Впервые наблюдая Сатурн в телескоп в 1609–1610 гг., Галилео Галилей заметил, что Сатурн выглядит как три тела, почти касающихся друг друга, и высказал предположение, что это два крупных «спутника» Сатурна [8]. В 1659 г. Гюйгенс с помощью более мощного телескопа выяснил, что «спутники» – это тонкое плоское кольцо, вокруг планеты, состоящее из двух колец, разделенных четко видимым зазором – *делением Кассини* [1].



Рис. 3. Система колец Сатурна

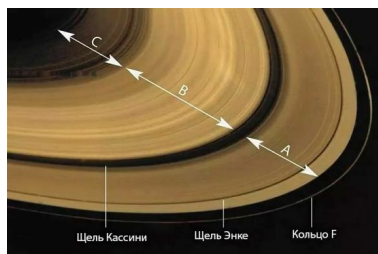


Рис. 4. Сатурн. Вид в телескоп Хаббл

Уран (удаленность от Солнца 19,19 а. е.) имеет слабо выраженную систему колец, состоящую из темных частиц, диаметром от единиц микрометра до долей метра. Гершель, первооткрыватель Урана (13 марта 1781 г. [2]), впервые упомянул о кольцах в 1789 г. Он предположил наличие колец у Урана. Наличие системы колец Урана было подтверждено официально 10 марта 1977 г. с помощью воздушной обсерватории Койпера [7]. Также телескоп «Кек» и космические аппараты «Вояджер-2» и «Хаббл» позволили обнаружить четыре кольца.



Рис. 5. Уран. Снимок телескопа «Кек» с использованием системы адаптивной оптики

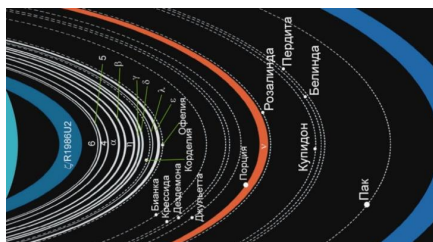


Рис. 6. Система колец и спутников Урана

Нептун (удаленность от Солнца 30,02 а. е.) окружен тонкими кольцами, первое из которых было обнаружено в 1968 г. [8]. Изображениями от «Вояджера-2» в 1989 г. было обнаружено еще несколько слабых колец, но с достаточно массивной структурой [8].

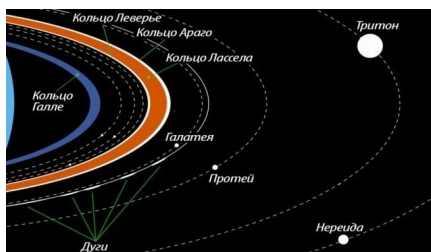


Рис. 7. Кольца Нептуна (специальный экран закрывает Нептун) Снимок зонда «Вояджер-2»

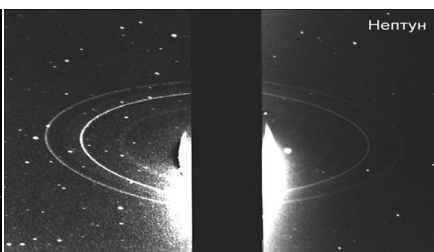


Рис. 8. Система колец и спутников Нептуна

Таблица 1

Параметры кольцевых систем планет-гигантов

Сравнение кольцевых систем между собой				
планеты параметры	Юпитер	Сатурн	Уран	Нептун
Размер, L	1,8 R	2,4 R	2,2 R	2,5 R
Альбедо, A	0,02	0,6	0,03	0,03
Размер частицы, l	10^{-3} см	мм – км	20 см – 20 м	см – км
Толщина, S	(30 ÷ 300) км	(10 ÷ 100) км	(10 ÷ 100) км	(10 ÷ 100) км

В таблице приведены основные параметры колец планет-гигантов [3]. При сравнении видно, что они совершенно разные. Размеры частиц – от метров до микрометров; их поверхность – от светлой ($A = 0,6$) до очень темной ($A = 0,02$); толщина колец – от десятков метров до сотен километров; а масса различается в миллиард раз! Единственное, что объединяет кольца – их радиусы относительно радиуса своей планеты (R). Внешний радиус кольца в $(2 - 2,5)R$ определяется влиянием приливных сил. Это размер так называемой зоны Роша – то расстояние от центра планеты, на котором мягкое тело ее же плотности разрушается под действием приливных сил.

Большая часть колец Сатурна именована буквами латинского алфавита в порядке их обнаружения (деление Кассини отделяет A и B). Уран имеет кольца, отличающиеся своим крайне темным цветом. У Юпитера выделяют 4 кольца, причем их положение связано с орбитами спутников Адрастея, Амальтея и Фива. У Нептуна астрономы насчитывают 5 колец, которые носят имена Адамса, Леверье, Галле, Араго и Ласселла. [4] Исследования колец интересны своей новизной (особенно Юпитера и Нептуна). Необходимы новые наблюдения и экспедиции. Однако исследования, проводимые на расстоянии свыше четырех миллиардов километров, довольно затруднительны.

Библиографический список

1. Астрономия: век XXI / Ред.-сост. В. Г. Сурдин. Фрязино: Век-2, 2008. 608 с.
2. Сурдин В. Г. Большая энциклопедия астрономии. М.: Эксмо, 2012. 480 с. (Большая современная энциклопедия).
3. Планеты-гиганты, их кольца и планеты-спутники: URL: <https://scfh.ru/lecture/planety-giganty-ikh-koltsa-i-planety-sputniki/> (дата обращения: 20.04.2022).
4. Каковы по своему строению кольца планет-гигантов? URL: <https://sunplanets.info/solnechnaya-sistema/kakovy-po-svoemu-stroeniyu-kolcza-planet-gigantov> (дата обращения: 20.04.2022).
5. Кольца Юпитера – интересные факты, фото и видео. URL: <https://kipmu.ru/kolca-yupitera/> (дата обращения: 20.04.2022).
6. Солнечная система. URL: <https://selena.sai.msu.ru/home/solarsystem/jupiter/jupiter.htm> (дата обращения: 20.04.2022).
7. Кольца Урана. URL: <https://spacegid.com/koltsa-urana/html> (дата обращения: 20.04.2022).
8. Кольца Нептуна – Журнал "Все о Космосе". URL: aboutspacejournal.net (дата обращения: 20.04.2022).

УДК 004

К. А. Денисов

студент кафедры прикладной математики

Г. Н. Дьякова

кандидат физико–математических наук, доцент – научный руководитель

СПОСОБЫ НАВИГАЦИИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Введение. В настоящее время широкое применение получили беспилотные летательные аппараты (ЛА). Они используются для решения широкого спектра задач, начиная от различных приложений в гражданском секторе и заканчивая военным сегментом. Для наиболее эффективного использования ЛА необходимо обеспечить достаточно точное определение местоположения беспилотного летательного аппарата. Данная статья посвящена различным способам позиционирования ЛА.

Выполнение задачи позиционирования реализуется с помощью бортовых систем на основе радиоканального управления, радиомаяков и приемников. Глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС), является одной из самых популярных независимых систем определения местоположения и навигации в мире. Изначально технология ГНСС предназначалась для военных целей, однако через некоторое время стала доступна и для гражданского применения. На текущий момент существует несколько таких систем: GPS (Global Positioning System – разработана в США), ГЛОНАСС (Глобальная навигационная спутниковая система – разработана в России), Галилео (разработана Европейским космическим агентством), Бэйдоу (разработана в Китае). Все известные на данный момент ГНСС имеют схожую технологию, однако точность определения местоположения и возможности по постобработке у них разные.

Помимо спутниковых методов навигации существует еще и способ навигации с помощью технологий беспроводной локальной сети, а также различные варианты комбинирования всех этих методов.

Материалы и методы. Американская система GPS способна обеспечить точность позиционирования до 5–10 м в горизонтальной плоскости, точность ГЛОНАСС составляет от 4,5 до 7,5 м, европейская Галилео имеет самую высокую точность и составляет один метр в горизонтальной плоскости. Наименьшую точность имеет китайская система Бэйдоу, она составляет около 10 м в горизонтальной плоскости, по показателям точности в вертикальных плоскостях она равняется 15 м. Исходя из этих данных очевидно, что использование ГНСС не имеет необходимой точности позиционирования для осуществления взлетов, посадок, а также перемещению БПЛА в городских условиях [1].

Текущий технологический уровень предлагает несколько вариантов для увеличения точности позиционирования, вплоть до 5–10 см. Однако некоторая часть таких технологий недоступна для гражданского сектора либо такие технологии специально ограничены по определению точности за счет так называемой селективной доступности. Одним из вариантов является DGPS (Дифференциальная система GPS).

Для увеличения точности показаний данных с глобальной системы используются сети наземных стационарных вышек. Такие вышки являются реперными для системы навигации БПЛА. Они определяют погрешности показаний глобальной системы навигации и отправляют поправки по радиоканалу на приемники БПЛА. На сегодняшний день известно о трех таких системах, получивших общее название SBAS (Space Based Augmentation System), карта покрытия представлена на рис. 1. В нее входят:

- WAAS на территории Северной Америки,
- EGNOS для Европы,
- MSAS для Японии и ряда стран Юго-восточной Азии.

Система WAAS – это первая спутниковая система дифференциальной коррекции свободного доступа на территории США. На сегодняшний день она обеспечивает дифференциальным сервисом территорию Мексики, Канады и части Тихого океана. Система EGNOS обеспечивает повышение точности GPS – ГЛОНАСС позиционирования до ± 1 –5 м на территории стран Западной и Центральной Европы, акватории Средиземного моря и части акватории Атлантического океана. На территориях стран

Восточной Европы система EGNOS работает в тестовом режиме, прием сигнала нестабилен. На территории Украины прием сигналов EGNOS возможен, с постепенным ухудшением его качества по мере перемещения от западных областей к восточным [2].

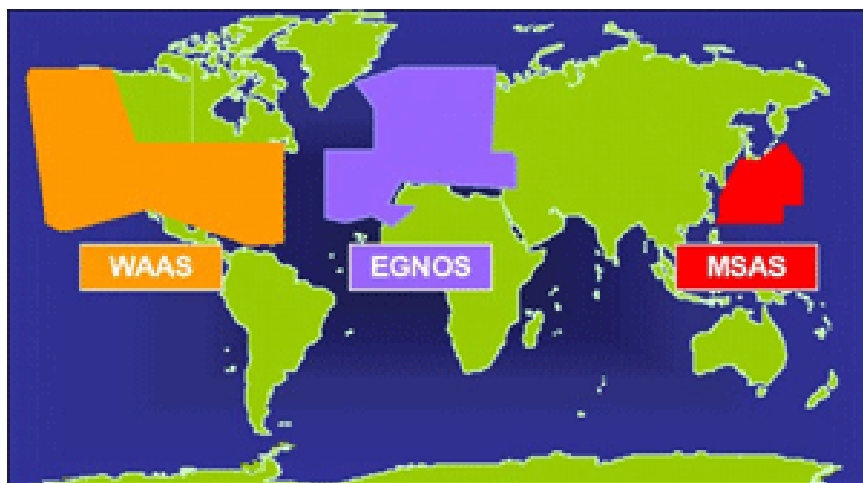


Рис. 1. Карта покрытия систем

Станции мониторинга системы (RIMS) определяют местоположение каждого спутника дифференциальной коррекции, а также непрерывно следят за всеми спутниками NAVSTAR и ГЛОНАСС. Далее станции RIMS передают имеющуюся информацию на контрольные станции системы (MCC). На станциях MCC создаются дифференциальные поправки и происходит вычисление точности сигналов навигационных систем, принятых всеми станциями мониторинга, и погрешностей определения их координат, возникающих вследствие влияния ионосферы. Затем вычисленные поправки передаются на навигационные станции передачи данных, расположенные на обслуживаемой территории. Эти станции используются для закладки навигационной информации и управления геостационарными спутниками. После этого поправки передаются на геостационарные спутники и становятся доступны пользователям GPS – ГЛОНАСС приемников на частоте L1 GPS с модуляцией и кодированием по образцу GPS-сигнала. Сигналы являются бесплатными и принимаются практически всеми GPS-приемниками, включая кодовые (навигационные) [3].

Также в Индии работает спутниковая система дифференциальных поправок GAGAN, не входящая в SBAS.

Принцип работы рассмотренных выше систем (SBAS) схематично представлен на рис. 2.

Использование для навигации систем GPS и DGPS имеет следующие недостатки:

– отсутствие атомных часов в большинстве навигационных приемников. Этот недостаток обычно устраняется требованием получения информации не менее чем с трех (2-мерная навигация при известной высоте) или четырех (3-мерная навигация) спутников (при наличии сигнала хотя бы с одного спутника можно определить текущее время с хорошей точностью);

- неоднородность гравитационного поля Земли, влияющая на орбиты спутников;
- неоднородность атмосферы, из-за которой скорость и направление распространения радиоволн может меняться в определенных пределах;
- отражения сигналов от наземных объектов, что особенно заметно в городе;
- невозможность разместить на спутниках передатчики большой мощности, из-за чего прием их сигналов возможен только в прямой видимости на открытом воздухе.

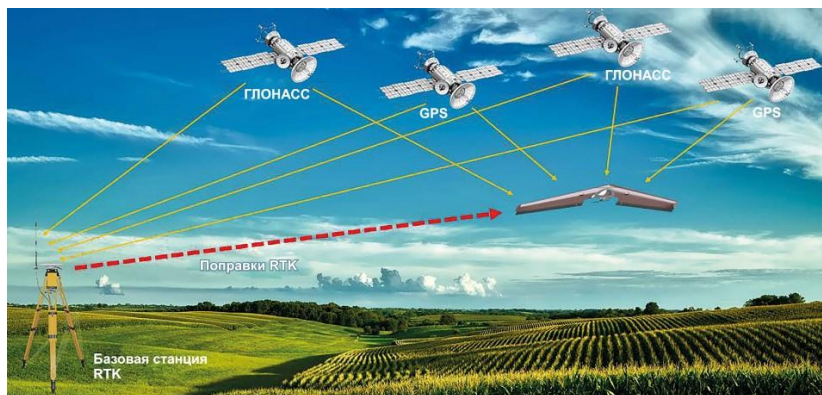


Рис. 2. Принцип работы SBAS

Рассмотрим ЛА, которые определяют свое позиционирование по сетям Wi-Fi. При использование данного типа определения местоположения используются следующие методы:

1. Метод распознавания шаблона. В данном методе смысл заключается том, что в каждой точке устройство видит уникальную радио картину. Происходит сканирование радио обстановки точки доступа и уровень доступа их сигналов, сверяет полученную информацию со списком шаблонов и находит координату ЛА. Для настройки всей сети необходимо провести длительный процесс сканирования эфира всего пространства, а также проводить регулярную калибровку данных, потому что в реальности в пространстве постоянно происходят изменения. Данный метод имеет преимущество в виде низкой цены оборудования, но точность тоже будет низкой.

2. Метод определения по точке доступа, к которой присоединен ЛА. Точность все также страдает, но диаметр пятна засветки может составлять 50 м и более. Однако этот метод позволяет скорее определить присутствие ЛА в зоне действия Wi-Fi, нежели определить его позиционирование.

3. Триангуляция. Смысл этого метода заключается в том, чтобы определить силу сигнала от ЛА на нескольких точках доступа Wi-Fi и в зоне пересечения возможного расположения ЛА относительно каждой точки доступа. При правильном размещении точек, можно добиться внушительного результата в точности позиционирования от трех до пяти метров.

4. Ангуляция или позиционирование с определением угла входящего сигнала. Данный метод позволяет определить точность вплоть до метра. Внешний модуль точного позиционирования, подключенный к модульной точке доступа позволяет дополнительно определить угол, под которым приходит сигнал, и сузить район возможного нахождения ЛА до луча. Для достижения такого результата необходимо иметь минимум четыре точки доступа в районе нахождения ЛА.

5. Комбинированные методы. Для улучшения точности определения позиции ЛА можно совместить перечисленные выше методы. Так, например, можно совместить ангуляцию и триангуляцию, путем размещения модульных точек на крышах зданий или на их фасадах. Однако совмещение этих двух методов будет нести значительные финансовые нагрузки. Но в то же время даст наиболее точную информацию о позиции ЛА.

Использование Wi-Fi для определения местоположения имеет ряд недостатков. Одним из таких недостатков является частота, с которой определяется местоположение. Если ЛА выйдет из зоны действия Wi-Fi, то координата будет определяться по пробам (probe request), которые с некоторой частотой отправляет ЛА, когда он не подключен к Wi-Fi, но все еще есть возможность отслеживать местоположение. Пробы отправляются по всем возможным каналам, т. е. все точки доступа могут их услышать, но частота отправки проб составляет от 15 до 60 секунд, в зависимости от алгоритма. Если собирать данные таким образом, то будет известно, где ЛА находился в точке А и переместился в точку Б, но не будет информации о том, где он был между А и Б. А в городских условиях это неприемлемо.

Результаты. Если говорить о цифрах, то погрешность при использовании GPS или DGPS составляет от нескольких сотен метров до 1–3 см. Последнее значение можно получить только при наилучших из возможных условий. Ниже представлена таблица погрешностей при использовании GPS [4].

Таблица 1

Погрешности при использовании GPS

Источник погрешности	Среднеквадратичное значение погрешности, м
Нестабильность работы генератора	6,5
Задержка в бортовой аппаратуре	1,0
Неопределенность пространственного положения спутника	2,0
Другие погрешности космического сегмента	1,0
Неточность эфемерид	8,2
Другие погрешности наземного сегмента	1,8
Ионосферная задержка	4,5
Тропосферная задержка	3,9
Шумовая ошибка приемника	2,9
Многолучечность	2,4
Другие ошибки сегмента пользователя	1,0
Суммарная погрешность	13,1

Общим недостатком использования любой радионавигационной системы является то, что при определенных условиях сигнал может не доходить до приемника, или приходит со значительными искажениями или задержками. Так как рабочая частота GPS лежит в дециметровом диапазоне радиоволн, уровень сигнала от спутников может серьезно снизиться под плотной листвой деревьев или из-за очень большой облачности. Нормальному приему сигналов GPS могут повредить помехи от многих наземных радиоисточников, а также (в редких случаях) от магнитных бурь либо помех, преднамеренно создаваемых глушилками (рис. 3).

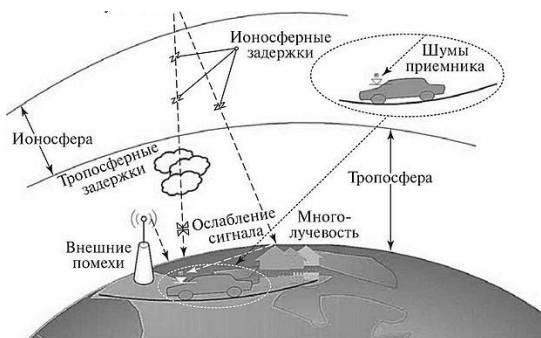


Рис. 3. Помехи систем GPS

Более эффективно выполнять задачи спутниковой навигации в сложных помеховых условиях позволяет применение в GPS-системе цифровых антенных решеток, обеспечивающих формирование «нулей» в диаграмме направленности антенной системы в направлениях на источники активных помех [5]. Невысокое наклонение орбит GPS (примерно 55°) серьезно ухудшает точность в приполярных районах Земли, так как спутники GPS невысоко поднимаются над горизонтом, в результате на луче зрения

находится большая воздушная масса, а также возможные объекты вблизи горизонта (здания, горы и т. п.). Погрешности в определении псевдодальности, вносимые ионосферой и тропосферой, для спутника в зените составляют 1 м и 2,3 м соответственно, тогда как для надгоризонтного спутника эти величины могут достигать 100 м и 10 м, соответственно [6].

Обсуждение. Современные технологии распознавания местоположения ЛА имеют ряд значительных недостатков. Большая часть факторов точности зависит от метеоусловий. Также точность позиционирования существенно уменьшается вследствие наличия разнообразных устройств, которые забивают каналы и создают помехи для более точного определения местоположения. Кроме того, технологии, которые позволяют определять точность с минимальной погрешностью, используются в военных разработках и недоступны для гражданского сектора. Однако уже сейчас существуют различные способы увеличения точности определения местоположения. Разработка новых методов, а также усовершенствование старых, с каждым годом все больше и больше приближает гражданский сектор к высоким показателям определения точности.

Библиографический список

1. Павлушенко М., Евстафьев Г., Макаренко И. Беспилотные летательные аппараты: история, применение, угроза распространения и перспективы развития. М.: Права человека, 2005. 611 с.
2. Ардентов А., Бесчестный И., Маштаков А. Алгоритм вычисления положения и ориентации БПЛА // Программные системы и приложения. 2012. С. 23–39.
3. Мезенцев В. В. Особенности функционирования беспилотных летательных аппаратов ближнего действия в условиях информационотехнических воздействий // Перспективы развития и применения комплексов с беспилотными летательными аппаратами: сб. докл. / 924 Государственный центр беспилотной авиации Министерства обороны Российской Федерации. Коломна, 2016. С. 174.
4. Горбатенко С. А. Беспилотные летательные аппараты. Основы механики управляемого полета: учеб. пособие / МАИ. М., 2017. 140 с.
5. Карташов В. М., Олейников В. Н., Шейко С. А., Бабкин С. И., Корытцев И. В., Зубков О. В. Особенности обнаружения и распознавания малых беспилотных летательных аппаратов // Радиотехника. 2018. № 195. С. 235–243.
6. Шведов П. Е. Приборы для автономной системы навигации и ориентирования беспилотных летательных аппаратов / П. Е. Шведов, Я. А. Темник, В. К. Исламов, Р. С. Хаметов // Молодой ученый. 2018. С. 60–65.

УДК 004.852

Л. Ю. Драчевская

студент кафедры прикладной математики

К. В. Алексеева

студент кафедры прикладной математики

М. В. Соколовская

старший преподаватель – научный руководитель

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ТЕСТИРОВАНИЯ САЙТОВ

Введение. Тестирование – это последний этап написания сайтов. Тестированием также можно назвать оценку предоставляемого конечному пользователю реального интерфейса, его корректность и устойчивость.

Существует два ответвления тестировщиков: QA (Quality Assurance) (обеспечение качества продукта) и QC (Quality Control) (контроль качества продукта).

QA-специалист контролирует и обеспечивает качество работы продукта компании. Он отвечает за отдельные этапы разработки софта, за выбор инструментов для разработки, предотвращение возможных проблем. Еще он участвует в процессе совершенствования продукта. QA охватывает все этапы разработки, включая описание проекта, собственно тестирование, релиз и, зачастую, пост-релизный этап.

Задача QC-специалиста – проверка конкретного продукта, что включает анализ кода продукта, дизайн, плюс тестирование. QC-инженер разрабатывает стратегию вполне определенного тестирования, взаимодействует с разработчиками и организует само тестирование.

Главными трудностями тестирования сайта являются непредсказуемость конечных пользователей и графический интерфейс.

Существуют такие методы тестирования сайтов [1], как функциональное тестирование – направлен на проверку корректности работы функциональности приложения (корректность реализации функциональных требований), UX тестирование – направлено на выявление проблемных мест сайта (удобен ли он, понятен, правильно ли работают все его технические элементы), UI тестирование – достигают ли функции приложения своих целей и удобны ли для пользователей, тестирование производительности – направлено на проверку скорости работы сайта под определенной нагрузкой и тестирование безопасности – оценка уязвимости сайта к различным внешним атакам.

Для тестирования [2] были выбраны три образовательных сайта, на которых можно узнать много нового, проходить курсы, читать статьи и т. д. «Лекториум» – это платформа для размещения онлайн-курсов и digital издательство, которое создает сложный образовательный контент. «Arzamas» – проект, посвященный истории культуры, который рассказывает о литературе, искусстве, истории и других гуманитарных науках. «Кто? Что? Где?» – познавательный журнал, в котором можно найти статьи на различные темы и полезную информацию для жизни.

UX тестирование [3, 4] основывается на параметрах домена; проверке вирусов на сайте; посещаемости сайта; источниках трафика; внутренней оптимизации. Для тестирования сайтов был выбран сервис «Анализ сайта». Этот сервис предоставляет комплексную онлайн-проверку по многим параметрам UX тестирования.

Сайт «Arzamas» показал 77,5% успешного прохождения тестов, также было обнаружено 6 ошибок и 5 предупреждений. Сайт «Кто? Что? Где?» показал процент успешного прохождения – 82%, также найдены 4 ошибки и 5 предупреждений. У сайта «Лекториум» самый низкий процент – 77% с 4 ошибками и 7 предупреждениями. Далее стоит рассмотреть каждый из сайтов по отдельности.

Самые лучшие показатели тестирования показал сайт «Кто? Что? Где?», также стоит отметить, что индекс качества сайта не меняет своих показателей уже около полугода, что говорит об интересе к сайту. Сайт безопасен, вирусы не найдены, также его нет в реестре запрещенных сайтов. За месяц сайт посетили около 5 млн раз и среднее время, проведенное на сайте, составляет 3 минуты.

Основным источником трафика сайта «Кто? Что? Где?», т. е. способом, с помощью которого пользователь заходит на сайт, является ссылки на других сайтах – они составляют 86% от всех источников. Прямые заходы составляют лишь 10%. Возраст домена сайта 8 лет, это хорошо, так как поисковые системы любят старые, тематические домены с хорошей историей, их проще продвигать. У сайта есть SSL-сертификат, значит сайту важна конфиденциальность обмена информацией между сервисом и посетителями.

Из-за некорректной кодировки контент сайта может отображаться неправильно. Помимо того, что посетителям это не понравится, сайт не проиндексируется или попадет под фильтр поисковиков. Рекомендуем использовать кодировку UTF-8, чтобы текст на страницах сайта отображался правильно. Такая кодировка и используется на данном сайте. Также у сайта найден файл robots.txt, который убирает дублированный контент, скрывает нежелательную информация и ограничивает скорость индексации.

Скорость загрузки HTML сайта «Кто? Что? Где?» равна 0,24 секунды, это очень хороший показатель. От него зависят поведенческие факторы: чем быстрее загрузка, тем меньше отказов. Также это влияет на эффективность продвижения сайта. Размер HTML страницы равен 21 КБ – это является нормой. К сожалению, найдены ошибки и в самом коде сайта. Код без ошибок – это код, который соответствует стандартам W3C. Страницы с корректным кодом правильно отображаются в браузере, т. е. имеют хорошие поведенческие факторы, и занимают более высокие позиции в выдаче. Положительным фактором является то, что у сайта есть код ответа страницы 404, когда создается запрос на несуществующую страницу.

Внутренняя оптимизация сайта «Кто? Что? Где?» в целом удовлетворяет требованиям. Заголовок страницы сайта равен 36 символов, что является нормой – это не слишком объемно и весь текст поместится в поисковую выдачу. Описание страницы составляет 129 символов: «Информационно-развлекательный журнал: мода, красота, здоровье, путешествия, кухня, любовь, дружба, юмор, новости и многое другое!». Description – это тег, который используется для описания страницы для поискового робота, пользователи его не видят. Оптимальный размер текста в теге Description оставляет 120–200 знаков.

Переходим к следующему сайту – «Arzamas», который показал средние результаты тестирования. Индекс качества сайта падает, что говорит о потере интереса пользователей к сайту. Сайт безопасен и домен не найден в реестре запрещенных сайтов. Данный сайт посетили около 1,5 млн раз и среднее время посещения составило 3 минуты, это не много для познавательного сайта.

Основным источником трафика являются поисковые системы – 52%, второе место занимает прямые заходы на сайт – 35%. Возраст домена составляет около 7 лет – это хорошо для продвижения сайта. Как и у предыдущего сайта есть SSL-сертификат, а также указана кодировка UTF-8 и найден файл robots.txt.

Скорость загрузки HTML сайта равна 0,08 секунды – это высокий показатель, быстрее чем 99% проверенных сайтов. Размер HTML страницы равен 44 КБ. Ошибки в программном коде сайта не найдены. Также у сайта есть код страницы 404.

Во внутренней оптимизации сайта было найдено большое количество ошибок. Заголовок страницы слишком короткий, в нем нет никаких ключевых слов, объем равен 7 символов: «Arzamas». Описание страницы также слишком маленькое – всего 47 символов, при норме 120–200 символов. Академическая частота – показатель, который показывает частоту повтора слов в документе, на данном сайте она слишком высока и равна 12%, при норме 4–6%.

Последний сайт – «Лекториум», с самым низким процентом тестирования, как и предыдущий показывает уменьшение индекса качества сайта. Сайт, как и остальные, безопасен и не находится в реестре запрещенных. «Лекториум» посетили около 150 тыс. раз и среднее время посещения составило 4 минуты – это выше, чем у двух других сайтов.

Источниками трафика в равной доле являются прямые заходы и поисковые системы, они занимают по 30% от общего числа источников трафика. Возраст домена неизвестен, нельзя судить о продвижении сайта, но есть SSL-сертификат. Как и у предыдущих сайтов указана кодировка UTF-8, но файл robots.txt не найден, что говорит о возможном наличии дублированного контента и высоком уровне индексации.

Скорость загрузки HTML сайта равна 0,41 секунды, что выше, чем у двух других сайтов. Найдено 10 ошибок в программном коде сайта. Размер HTML страницы равен 26 КБ, также у сайта есть код страницы 404.

Внутренняя оптимизация также не отвечает всем требованиям для успешного прохождения тестирования. Заголовок и описание страницы – слишком коротки и составляют всего 9 и 54 символа соответственно.

В целом UX тестирование сайтов позволяет выявить ошибки и предупреждения, которые мешают продвижению сайта в поисковых системах, также с помощью данного метода можно проверить безопасность и внутреннее строение сайта. Данные показатели могут как привлечь пользователя к данному сайту, так и испортить впечатление о нем.

Тестирование производительности сайтов опирается на проверку скорости работы сайта под определенной нагрузкой [2]. Для проведения данного вида тестирования был использован сервис Google Page Speed Insights. Этот сервис тестирует быстродействие сайта как для компьютера, так и для мобильного устройства.

Сайт «Arzamas» показал значение производительности 90 для компьютера и 14 для мобильных устройств. Сайт «Кто? Что? Где?» показал значение производительности 60 для компьютера и 23 для мобильных устройств. Сайт «Лекториум» показал значение производительности 59 для компьютера и 18 для мобильных устройств. Производительность рассчитывалась по шкале из 100 баллов. Значения от 0 до 49 показывают плохой результат. Значение от 50 до 89 требуют улучшения. Сайты должны стремиться к результату от 90 до 100 баллов. Из этого можно сделать вывод, что для компьютера наилучший показатель производительности у сайта «Arzamas», наименьший показатель у сайта «Лекториум», а для мобильных устройств наилучший показатель производительности у сайта «Кто? Что? Где?», наименьший показатель у сайта «Arzamas». Получается, что производительность сайта для компьютера выше, чем производительность сайта для мобильных устройств.

В показатели производительности входят: First Contentful Paint, Time to Interactive, Speed Index, Total Blocking Time, Largest Contentful Paint и Cumulative Layout Shift.

First Contentful Paint – первая отрисовка контента, этот показатель определяет интервал времени между началом загрузок страницы и появлением первого изображения или блока текста. Time to Interactive – время загрузки для взаимодействия. Время, в течение которого страницы становится полностью готова к взаимодействию с пользователем. Speed Index – индекс скорости загрузки, определяет скорость появления контента на странице. Total Blocking Time – сумма (в мс) всех периодов от первой отрисовки контента до загрузки для взаимодействия, когда скорость выполнения задач превышала 50 мс. Largest Contentful Paint – отрисовка самого крупного контента, показатель определяет время, требуемое на полную отрисовку самого крупного изображения или текстового блока, должен быть в пределах 2,5 секунды от начала загрузки страницы. Cumulative Layout Shift – совокупное смещение макета, процентная величина, на которую смещаются видимые элементы области просмотра при загрузке, не должен превышать 0,1. Данные показатели представлены для всех трех сайтов в табл. 1–3.

Таблица 1

Показатели сайта «Arzamas»

Arzamas	Компьютер	Мобильные устройства
First Contentful Paint	1,0 с	4,6 с
Time to Interactive	1,5 с	11,7 с
Speed Index	1,8 с	9,3 с
Total Blocking Time	210 мс	4930 мс
Largest Contentful Paint	2,2 с	17,5 с
Cumulative Layout Shift	0,004	0,32

По табл. 1 можно сделать выводы, что показатели сайта «Arzamas» для компьютеров First Contentful Paint, Time to Interactive и Cumulative Layout Shift находятся в допустимых рамках. Параметры Speed Index, Total Blocking Time и Largest Contentful Pain требуют улучшений. Если рассматривать этот же сайт для мобильных устройств, то все параметры не соответствуют требуемым диапазонам.

Таблица 2

Показатели сайта «Кто? Что? Где?»

Кто? Что? Где?	Компьютер	Мобильные устройства
First Contentful Paint	1,3 с	4,2 с
Time to Interactive	4,4 с	19,9 с
Speed Index	4,5 с	16,1 с
Total Blocking Time	80 мс	1330 мс
Largest Contentful Paint	4,4 с	20,9 с
Cumulative Layout Shift	0	0

По табл. 2 получается, что показатели сайта «Кто? Что? Где?» для компьютера First Contentful Paint и Cumulative Layout Shift соответствуют необходимым критериям. Показатели Time to Interactive и Total Blocking Time требуют доработки, а показатели Speed Index и Largest Contentful Paint выходят за допустимые значения. Если рассматривать мобильные устройства, то все параметры, кроме Cumulative Layout Shift, выходят за рамки допустимых значений. Показатель Cumulative Layout Shift находится в норме.

Таблица 3

Показатели сайта «Лекториум»

Лекториум	Компьютер	Мобильные устройства
First Contentful Paint	3,1 с	9,9 с
Time to Interactive	3,9 с	16,0 с
Speed Index	4,2 с	15,1 с
Total Blocking Time	70 мс	2080 мс
Largest Contentful Paint	3,4 с	10,8 с
Cumulative Layout Shift	0,032	0

В соответствии с табл. 3 по сайту «Лекториум» для компьютера параметры First Contentful Paint, Time to Interactive, Total Blocking Time и Cumulative Layout Shift находятся в заданных рамках. Параметр Speed Index требует улучшений, а показатель Largest Contentful Paint не соответствует необходимому диапазону. Для мобильных устройств производительность ниже, здесь в допустимом диапазоне находится только параметр Cumulative Layout Shift. Параметры First Contentful Paint и Speed Index требуют улучшений, параметры, которые выходят за рамки допустимых значений – это Time to Interactive, Total Blocking Time и Largest Contentful Paint.

В основные интернет-показатели входят First Contentful Paint (FCP), First Input Delay (FID), Largest Contentful Paint (LCP) и Cumulative Layout Shift (CLS). Данные предоставлены сервисом за последние 28 дней. Данные обновлены 24 января 2022 г. First Input Delay скорость загрузки основного контента, этот показатель определяет производительность загрузки, не должен превышать 100 мс. Показатели представлены в табл. 4–6.

Таблица 4

Показатели сайта «Arzamas»

Арзамас	Компьютер	Мобильные устройства
First Contentful Paint	1,5 с	1,9 с
First Input Delay	5 мс	36 с
Largest Contentful Paint	2,6 с	3,4 мс
Cumulative Layout Shift	0,01	0,00

Таблица 5

Показатели сайта «Кто? Что? Где?»

Кто? Что? Где?	Компьютер	Мобильные устройства
First Contentful Paint	1,8 с	2,5 с
First Input Delay	4 мс	71 с
Largest Contentful Paint	6 с	6,4 мс
Cumulative Layout Shift	0,07	0,03

Таблица 6

Показатели сайта «Лекториум»

Лекториум	Компьютер	Мобильные устройства
First Contentful Paint	3,7 с	4 с
First Input Delay	2 мс	27 мс
Largest Contentful Paint	3,9 с	4,1 с
Cumulative Layout Shift	0,02	0,00

Проверка основных интернет-показателей сайта «Arzamas» для компьютера пройдена, здесь три из четырех параметров находятся в допустимых диапазонах. Это показатели: First Contentful Paint, First Input Delay и Cumulative Layout Shift, параметр Largest Contentful Paint требует улучшений. Для мобильных устройств проверка не пройдена. Допустимые значения присутствуют у двух показателей: First Input Delay и Cumulative Layout Shift. В свою очередь параметры First Contentful Paint и Largest Contentful Paint требуют улучшений.

Проверка основных интернет-показателей сайта «Кто? Что? Где?» для компьютера и мобильных устройств не пройдена. В рамках верхних значений находятся такие параметры, как First Input Delay и Cumulative Layout Shift. Показатель First Contentful Paint требует доработок, а показатель Largest Contentful Paint требует особого внимания, он выходит за допустимые значения.

Проверка основных интернет-показателей сайта «Лекториум» для компьютера и мобильных устройств не пройдена. Положительный результат показали параметры First Input Delay и Cumulative Layout Shift, два остальных параметра, First Contentful Paint и Largest Contentful Paint, требуют улучшения.

Тестирование производительности необходимо для обеспечения работы сайтов под нагрузкой. Производительность оказывает влияние на потерю потенциальных клиентов, для качества проверки нужно проводить тестирование сайта регулярно. Тестирование производительности предоставляет внушительный пользовательский опыт.

Сравнивая два метода тестирования, можно сделать вывод, что каждый из них проверяет абсолютно разные стороны сайта. Функциональное тестирование предоставляет тестировщику сведения о скорости работы сайта. UX тестирование больше рассматривает взаимодействие пользователя с сайтом, а также положение сайта в поисковых системах. Стоит понимать, что каждый метод важен для того, чтобы сайт отвечал всем требованиям корректного пользования. Функциональное и UX тестирования являются обязательными этапами проверки сайтов.

Выбор метода тестирования сайта зависит от возможностей системы, возможностей тестировщика в плане доступа к внутренней структуре сайта, архитектуры самого сайта.

В данном исследовании применялись два метода тестирования сайтов: тестирование производительности и UX тестирование. Этими методами были протестированы три сайта для их изучения и сравнения.

В целом, тестирование позволяет выявлять недостатки системы на ранних этапах разработки или эксплуатации, в зависимости от выбранного метода. Однако все ошибки обнаружить невозможно в виду того, что на разных машинах возможно разное поведение одного и того же кода. Также невозможно предугадать все возможные виды поведения конечных пользователей.

Библиографический список

1. Савин Р. Тестирование Дот Ком или Пособие по жестокому обращению с багами в интернет-стартапах. М.: Дело, 2007. 312 с.
2. Уиттакер Дж., Арбон Дж., Каролло Дж. Как тестируют в Google. СПб.: Питер, 2014. 320 с.
3. Марочканич С. Тестирование веб приложений и сайтов. URL: <https://www.internet-technologies.ru/articles/rukovodstvo-po-testirovaniyu-saytov.html> (дата обращения: 12.12.2021).
4. Шкляр Е. Как тестировать сайты. URL: <https://htmlacademy.ru/blog/boosti/frontend/how-to-test> (дата обращения: 17. 12. 2021).

УДК 523.43

О. М. Кадыров

студент кафедры прикладной математики

В. А. Смирнов

студент кафедры прикладной математики

Г. Л. Плехоткина

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель

НОВЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КИСЛОРОДА НА МАРСЕ

Человечество не может существовать без кислорода. Он используется как для дыхания, так и для запуска ракет, поэтому задача добытия кислорода на других планетах является важной.

Рover «Perseverance» – это инновационное изобретение, которое может помочь в освоении космоса, поисках признаков древней жизни и сборе образцов горных пород и реголита (битые породы и грунт) на других планетах для возможного возвращения на землю.

НАСА планирует инвестировать в проект примерно 2,75 млрд долларов США в течение 11 лет, в том числе 2,2 млрд долларов США на разработку и создание оборудования, 243 млн долларов США на услуги по запуску и 291 млн долларов США на 2,5 года работы миссии.

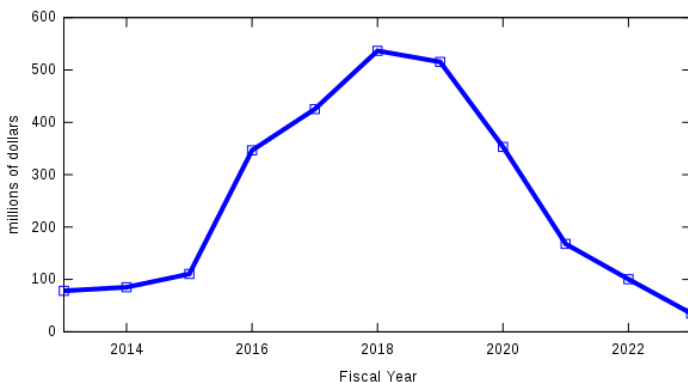


Рис. 1. Годовые затраты НАСА на марсоход Perseverance в связи с его разработкой и основной миссией

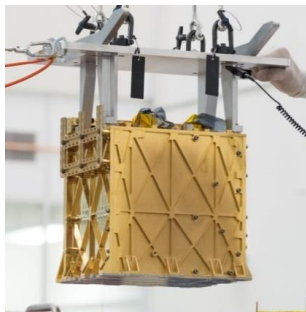


Рис. 2. MOXIE в ходе установки на ровер

«Perseverance» решил проблему добычи кислорода на Марсе. 20 апреля 2021 г. с помощью экспериментального прибора «Mars Oxygen In-situ Resource Utilization Experiment» (MOXIE) ровер «Perseverance» извлек из разреженной марсианской атмосферы 5,37 г кислорода [1], которого хватило бы одному человеку на 10 минут дыхания.

Углекислотная атмосфера Марса существенно отличается от земной (давление примерно 1 мм рт. ст.), следовательно, дышать марсианским воздухом люди не смогут. Экспериментальная система MOXIE, направлена на утилизацию и переработку местных ресурсов, в данном случае – в кислород. MOXIE создает кислород по принципу растений – вдыхает углекислый газ, а выдыхает кислород, но процесс переработки более сложен. Сначала MOXIE втягивает в себя марсианский «воздух» специальным насосом, затем с помощью электрохимического процесса отделяет один атом кислорода от каждой молекулы углекислого газа. В атмосферу Красной планеты выбрасывается остаточный продукт – окись углерода.

Процесс преобразования требует высокой температуры (примерно 800 градусов по Цельсию), поэтому блок MOXIE изготовлен из термостойких материалов [2].

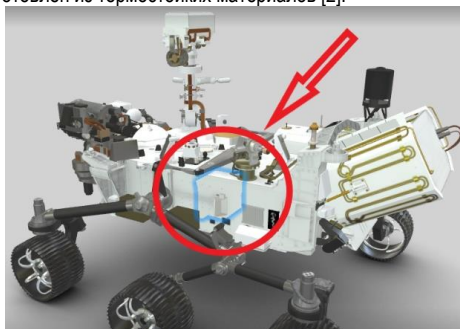


Рис. 3. Расположение MOXIE в ровере

Еще один способ предложили специалисты Вашингтонского университета, их технология позволяет добывать кислород из соленых озер. Соленые озера находятся под поверхностью Марса, большая часть воды на Марсе представляет собой лед, который есть как на полюсах, так и в средних широтах планеты. Из-за высокой концентрации соли снижается точка замерзания, и вода может находиться в жидкой форме. Устройство будет брать воду и расщеплять ее на водород и кислород [3].

На Луне тоже можно добывать кислород. Около 45% веса пыли и камней на поверхности Луны – это чистый кислород. Группа ученых из Metalysis, Университета Глазго предлагает перерабатывать лунный грунт с помощью электрического тока. Ток способен отрывать атомы кислорода от молекул оксида, решая этим сразу 2 важные задачи: с одной стороны, мы получаем огромное количество свободного кислорода, а с другой – у нас появляется целая связка металлических сплавов, которые были бы крайне полезны при строительстве будущих лунных баз и колоний. Для того, чтобы проверить свою теорию, исследователи из Кембриджского университета использовали образцы лунного грунта, предоставленного им специалистами NASA. В ходе проведения эксперимента по получению кислорода из лунного грунта выяснилось, что из 3 т грунта можно получить приблизительно 1 т кислорода, которых, по оценкам НАСА, хватит на 1 год экипажу из 4 человек. Но для этого придется использовать специальные электрохимические реакторы, размер каждого из которых составлял бы около 1 м в высоту. Добыча кислорода позволит ускорить создание колонии на Луне, а также значительно упростит доставку полезных грузов колонистам. Новый метод дает доступ к быстрой и экономичной добыче кислорода, необходимого для поддержания жизнедеятельности на Луне.

Несмотря на то, что Венера имеет углекислотную атмосферу, схожую с атмосферой Марса, добывать кислород на ней не получится. Дело в том, что несколько раз в день на поверхности выпадают дожди из серной кислоты. Вряд ли хотя бы один известный науке организм проживет в таких условиях больше нескольких секунд, а техника – больше нескольких часов.

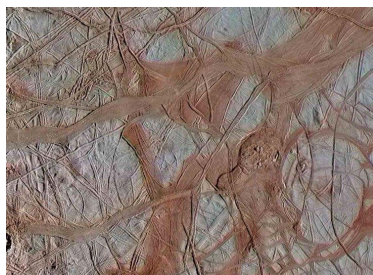


Рис. 4. Изображение поверхности Европы

Европа – это шестой спутник Юпитера и один из крупнейших спутников в Солнечной системе. Поверхность Европы покрыта слоем льда толщиной несколько километров, под которым находится жидкий водный океан глубиной около 160 км со льдом. Из этого океана ровер сможет брать воду и расщеплять ее на водород и кислород.

Кислород образуется на поверхности Европы, когда поток высокоэнергетических частиц из космоса бомбардирует лед, при этом образуются высокоэнергичные формы кислорода, которые способны вступать в реакцию со многими веществами. Из-за приливного воздействия Юпитера могут происходить подвижки льда. При подвижках глыб льда, химические соединения, содержащие кислород, попадают в океан. На обломках льда образуются ионы кислорода, и эти обломки уходят в глубину океана.



Рис. 5. Изображение поверхность Дионы

Диона – четвертый спутник Сатурна, на котором потенциально есть кислород. Космический зонд «Кассини» обнаружил следы этого химического элемента в воздушной оболочке этого спутника.

Диона состоит из водяного льда с примесью каменных пород во внутренних слоях, из которого можно добывать кислород. Ранее считалось, что у этого спутника не может быть атмосферы, так как Диона слишком мала по массе ($1,1 \times 10^{21}$ кг). Позже автоматический зонд Кассини опроверг это предположение [4].

В настоящее время, ровер «Perseverance» находится на Марсе. Ровер приступает к исследованию старейших геологических образований в глубине кратера Езеро. За время нахождения на поверхности Красной планеты «Perseverance» передал на Землю более 75 тыс. снимков, а также записал несколько аудиозаписей со звуками разреженной марсианской атмосферы.

Библиографический список

1. In Space. URL: <https://in-space.ru/rover-perseverance-dobyl-pervyj-kislorod-na-marse/> (дата обращения: 20.04.2022).
2. РБК. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/futurology/608a734b9a7947449ab18208> (дата обращения: 20.04.2022).
3. PNAS. URL: <https://www.pnas.org/content/117/50/31685> (дата обращения: 20.04.2022).
4. ResearchGate. URL: <https://www.researchgate.net/> (дата обращения: 20.04.2022).

УДК 007.621.391

А. А. Кунаковский

студент кафедры прикладной математики

С. И. Яковлев

кандидат физико-математических наук, доцент – научный руководитель

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОДНОЗНАЧНОЙ ИНДИКАЦИИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ СВОЕВРЕМЕННОЙ РЕАКЦИИ ОПЕРАТОРА ВОЗДУШНОГО СУДНА

Введение. Корректная индикация информации является ключевой и неотъемлемой частью воздушного судна. То, как данные преподносятся пилоту, играет важную роль в оперативной реакции на окружающую среду.

Материалы и методы. Интерфейс пилот–летательный аппарат является критической частью работы воздушного судна. Поэтому пилот и летательный аппарат следует рассматривать как единую систему. Поступающую к пилоту информацию можно разделить на различные каналы. Мы рассмотрим в статье канал визуальной информации (кроме этого также могут использоваться каналы слуховой и тактильной информации).

Человек может принимать визуальную информацию в разных режимах. Самый быстрый из них это такой режим, когда необходимые данные находятся в пределах 1° области видимости (так называемая, область *fovea*). Хотя у человеческого взгляда и достаточно широкая область видимости (примерно 150°), но наибольшее количество колбочек и палочек расположено именно на небольшом участке сетчатки глаза. Менее эффективный метод восприятия информации происходит, когда необходимо перестраивать видимость за пределы 1° . На это требуется в среднем 400 мс, глазу нужно время чтобы зафиксироваться, так как это достаточно инертный процесс [1]. В моменты процесса фиксации глаз не воспринимает информацию. При проектировании учитываются эти факторы, конструктор стараются помещать всю оперативную информацию достаточно плотно друг к другу, чтобы не расходовать сотни миллисекунд на движение глаз.

Правильное расположение информации не является достаточным для построения идеальной системы отображения. При обработке визуальных данных сигнал проходит очень сложный путь в головном мозгу. Чем сложнее данные, тем дольше идет обратная реакция летчика. Одним из методов ускорения реакции является примитивная категоризация информации по признакам (по степени важности, по подсистемам и так далее) с помощью цветов. Например, следует желтым цветом выделять важную информацию, требующую незамедлительного обращения внимания, а белым – статическую информацию, в которой нет отклонений от заданной нормы. Таким образом, с помощью цвета можно содействовать процессу обработки данных в более эффективную сторону. Но главное, соблюдать правило по поводу количества цветов: их должно быть как можно меньше и они не должны быть похожи (например, желтый и оранжевый). Обычно используют следующие цвета: красный, желтый, зеленый, фиолетовый и белый. При необходимости добавляются дополнительные, но этого стараются избегать.

Необходимо помнить, что цветовое восприятие зависит от того, на какой цвет был обращен взгляд до момента наблюдения. Например, после синего цвета красный кажется в первый момент оранжевым [2]. В табл. 1 приведены цвета, возникающие при переносе взгляда с одного объекта на другой объект.

Основной информационной характеристикой зрительного анализатора является пропускная способность. На уровне фоторецепторов пропускная способность имеет порядок 1 млрд бит в секунду, однако на корковом уровне всего лишь 20–70 бит в секунду. Если требуется обратная реакция, то скорость падает до 2–4 бит в секунду [3].

Латентным периодом реакции называется промежуток времени от момента подачи сигнала до момента возникновения ощущения. В среднем латентный период зрительной реакции лежит в пределах 160–240 мс [3].

Относительная видность характеризует цветовое восприятие зрительного анализатора. Наибольшую чувствительность глаз имеет к волнам с длиной волны (500–600 нм), соответствующим

излучению желто-зеленого цвета. Для каждого из основных цветов (красный, желтый, зеленый) глаз способен различить до 1000 различных уровней интенсивности. Но цветовое восприятие объекта сильно зависит от положения относительно глаз. Так за пределами зоны 60° относительно линии визирования значительное количество цветов уже не различается [3].

Таблица 1

Цвета, кажущиеся после переноса взгляда

Цвет поверхности, на которую глаз смотрел раньше	Цвет ячейки, на которую переносится взгляд					
	Красный	Желтый	Зеленый	Синий	Фиолетовый	Белый
Красный	Грязно-красный	Зелено-желтый	Насыщенно-зеленый	Голубой	Синий	Изумрудно-зеленый
Желтый	Пурпурный	Серовато-желтый	Голубовато-зеленый	Насыщенно-синий	Насыщенно-фиолетовый	Фиолетовый
Зеленый	Насыщенно-красный	Оранжевый	Серовато-зеленый	Фиолетовый	Пурпурный	Пурпурно-красный
Синий	Оранжевый	Лимонно-зеленый	Желтовато-зеленый	Серовато-синий	Пурпурный	Оранжевый
Фиолетовый	Оранжевый	Лимонно-желтый	Желтовато-зеленый	Голубовато-синий	Серовато-фиолетовый	Зеленовато-желтый

Остротой зрения называется способность глаза различать мелкие детали предметов. В направлении от зрительной оси глаза к периферии острота зрения быстро ухудшается, под углом 20° острота зрения в 2 раза меньше, под углом 10° – в 10 раз меньше, а под углом 30° – уже в 23 раза меньше, чем прямо перед собой [3]. На рис. 1 можно увидеть общее поле зрения человека.

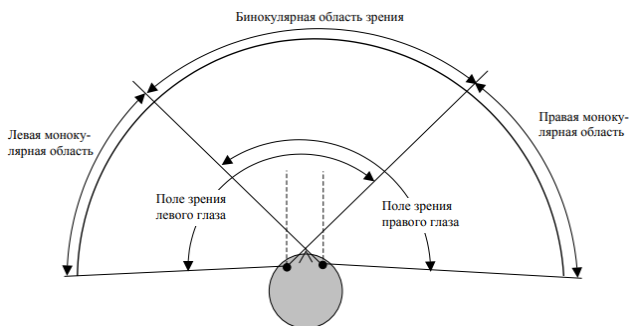


Рис. 1. Общее поле зрения человека

С учетом двух глаз, горизонтальный размер мгновенного поля зрения человека составляет 180°–200°, причем средняя область зрения поля зрения в 120° относится к биноклярной, т. е. видимой

двумя глазами, что обеспечивает в этой зоне стереоскопичность зрения. При концентрации внимания эффективное поле зрения сужается до 30° [3].

Различают мгновенное и общее поле зрения человека. Мгновенное поле зрения – это размер той области, которую человек видит в каждый момент времени. Общее поле зрения больше мгновенно-го за счет движения глаз, головы и туловища.

В документе [4], разработанном Федеральным управлением гражданской авиации (Federal Aviation Administration – FAA), содержится перечень правил и рекомендаций, необходимых для проектирования эргономики в летательных аппаратах. В нем идет речь о философии проектирования информации на дисплеях: цвета, управление информацией, взаимодействие и управление резервированием. Например, там есть информация о том, что необходимо избегать отображение аббревиатур и акронимов, где это возможно.

Разобрав основные концепции и принципы проектирования средств визуального отображения в бортовых системах, перейдем к конкретным примерам. В пассажирской авиации в основном используются два вида систем индикации:

– EICAS (Engine Indication and Crew Alerting System) – разработана компанией Boeing. Предоставляет информацию о двигателях и поступающих сообщениях от сопряженных систем в интегрированном формате.

– ECAM (Electronic Centralized Aircraft Monitoring) – разработана компанией Airbus. Индикаторы данной системы можно увидеть на рис. 2.



Рис. 2. Дисплей ECAM

В основном, эти две системы схожи: обе предоставляют оперативную информацию о состоянии воздушного судна, отображают предупреждения, на которые пилотам стоит обратить внимание.

В ECAM также входит основной функционал EICAS, плюс еще он отображает корректирующие действия, которые должны быть предприняты экипажем. Используя цветовую иерархию, экипаж может ранжировать информацию и предпринять необходимые в данный момент действия. ECAM состоит из нескольких интегрированных систем, отображающих информацию. Бортовые датчики передают информацию в SDAC (System Data Acquisition Concentrator). Эта информация обрабатывается и передается FWC (Flight Warning Computers), которые при обнаружении какого-либо несоответствия генерируют сообщения для DMC (Display Management Computers) и звуковой сигнал [5].

На многие важные бортовые системы существуют стандарты, описывающие, как необходимо отображать передаваемую ими информацию. Для такой критической системы как TCAS (Traffic Collision Avoidance System) [6], предназначенной для определения взаимного положения соседних воздушных судов (рис. 3), необходимо иметь строгие правила индикации. В качестве примера в табл. 2 приводится перечень изображений, необходимых для индикации других летательных аппаратов в зависимости от степени возможной опасности. Особое внимание уделяется критическим зонам: если в них попадут ря-

дом летящие воздушные суда, то они получают статус TA или RA в зависимости от зоны (подробнее на рис. 4).



Рис. 3. Изображение интрузеров (нарушителей), построенное на основании принятых данных от TCAS. Зеленой линией обозначен маршрут (не является частью TCAS)

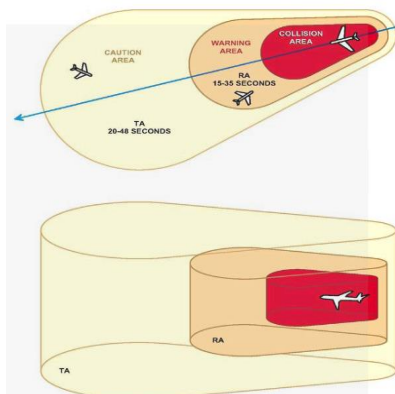


Рис. 4. Зоны опасности TA и RA

Таблица 2

Перечень для изображений для обозначений нарушителей (интрузеров) в зависимости от их возможной опасности в системе TCAS

Рисунок	Описание
	Other Traffic. На рисунке изображен интрузер, у которого неизвестна высота относительно воздушного судна
	Proximate Traffic. На 1100 футов выше воздушного судна, снижается
	Traffic Advisory (TA), на 900 футов ниже воздушного судна
	Resolution Advisory (RA), 500 футов ниже, повышает свою высоту

Результат. В статье были разобраны основные концепции и правила, которые необходимо учитывать при проектировании индикатора для использования экипажем летательного аппарата. Человек является неотъемлемой частью воздушного судна, принимающим ответственные решения, так что необходимо оперативно и эффективно предоставлять ему данные, учитывая биологические особенно-

сти органа зрения и головного мозга. Полученная информация должна быть своевременно обработана, поэтому строгая категоризация является важной частью этого процесса. Самый эффективный метод категоризации – цветовая иерархия и простые геометрические обозначения, ибо, передавая подобным образом меньше информации, можно повысить скорость обратной реакции. Используемая цветовая палитра должна быть однозначно воспринимаемая, при ее выборе учитывается возможность искажения цветового восприятия из-за изменения объекта внимания, если предыдущий объект был другого цвета.

Обсуждение. Знание принципов проектирования систем индикации должно значительно уменьшить количество ошибок, ведущих к несчастным случаям. При этом также идет снижение утомляемости экипажа, а легко воспринимаемая информация позитивно сказывается на эффективности и продолжительности полетов.

Библиографический список

1. Смоляров А. М. Системы отображения информации и инженерная психология. М.: Высшая школа, 1982.
2. Основы инженерной психологии / Под ред. Б. Ф. Ломова. М.: Высшая школа, 1986. 448 с.
3. Кучерявый А. А. Бортовые информационные системы: курс лекций / Под ред. В. А. Мишина, Г. И. Ключева; 2-е изд., перераб. и доп. Ульяновск: УлГТУ, 2004. 504 с.
4. Jeffrey E. Duven. Advisory Circular of Electronic Flight Displays. U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration. 2014. 135 с.
5. Mike Tooley, David Wyatt. Aircraft Electrical and Electronic Systems: Principles, operation and maintenance. Elsevier Ltd, 2009. 425 с.
6. Ключев Г. И. [и др.] Авиационные приборы и системы. Ульяновск: УлГТУ, 2000. 343 с.

УДК 008.2

З. В. Марченков

студент кафедры прикладной математики

С. В. Удахина

кандидат экономических наук, доцент – научный руководитель

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ СХЕМЫ СЕРВИСА ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

Введение. В наше время идет быстрый рост развития информационных технологий и современные компьютеры уже стали неотъемлемой частью нашей жизни. Мир наполнен людьми как полностью здоровыми, так и с ограниченными возможностями (ОВЗ), но это число с каждым годом становится все меньше и меньше, что видно из рис. 1.



Рис. 1. Статистика снижения здоровых людей

Материалы и методы. Если общее количество людей с ограниченными возможностями уменьшается, то число детей до 18 лет с ОВЗ растет с каждым годом, что говорит о многом. Ведь этим ребятам так же предстоит учиться, познавать мир и в будущем строить свою карьеру. Из-за этого в последнее время возник вопрос о взаимодействии гаджетов и лиц с ограниченными возможностями, над решением этого вопроса работает большое количество ученых. Ведутся разработки компьютеров для инвалидов и многое другое, но мало кто знает, какое программное обеспечение в них используется. Этот вопрос будет интересен и актуален многим простым пользователям, а также студентам технических специальностей, для полного понимания работы в данной сфере.

Обращаясь к истокам можно заметить, что человек всегда собирал информацию об окружающем мире, систематизировал ее и тем самым помогал себе выживать и бороться. Свой опыт передавали из поколения в поколение, при этом информация подвергалась каждый раз изменению. Сначала это была информация о создании орудия для охоты, обработки земли, природных циклах и целительстве. С развитием человеческого общества информация усложнялась, ее объемы увеличивались, а вот способы хранения и обработки наоборот становились более простыми.

Современное общество не может жить без информационных технологий, эти самые технологии стали неотъемлемой частью мира. Сейчас, в 21 веке, именно информационные технологии являются определяющими как в жизни отдельно взятого человека, так и общества в целом. Чем большим количеством навыков и знаний обладает человек, тем больше он ценится как сотрудник, как собеседник, как

личность. В одном ряду с человеческим и материальным ресурсом информация, которая является нематериальным ресурсом, стала одним из самых важных ресурсов управления современным обществом.

И. Г. Захарова говорит об информационных технологиях в широком смысле, как об определенном научном направлении, в узком – это конкретный способ работы с информацией, совокупность знаний о способах и средствах работы с информационными ресурсами, сбор информации, возможность анализа и передачи.

Информационные технологии делятся на две большие группы: традиционные и современные. Данное деление связано с тем, что все старые изменения в информации касались только способов ее фиксации, тиражирования и распространения, не затрагивая процесс создания и смысловой переработки информации. А вот современные информационные технологии заключаются в том, что они проникают в сферу интеллектуальной деятельности человека, являются новым интеллектуальным инструментарием. Средствами осуществления современных ИТ являются компьютерные, мультимедиа, телекоммуникационные и другие технологии.

В библиотечных центрах процесс работы с физически ограниченными гражданами – это длительная повседневная практика, инновационная по своей сути, ведь отечественный опыт обслуживания инвалидов в публичных библиотеках очень мал. В связи с чем нарабатывается свой и довольно интересный.

Государственная библиотека организовала и провела конкурс на лучшую работу по вопросам обслуживания людей с ограниченными возможностями здоровья, были написаны методические советы для помощи специалистам: «Реабилитация с помощью информации», «Библиотерапия – составляющая социальной работы библиотек».

Также в России существует государственная программа «Доступная среда», появлению которой послужило подписание в 2008 г. и ратификации в 2012 г. Конвенции ООН «О правах инвалидов».

В девятой статье конвенции «Доступность» записано: «Чтобы наделить инвалидов возможностью вести независимый образ жизни и всесторонне участвовать во всех аспектах жизни, государства-участники принимают надлежащие меры для обеспечения инвалидам доступа наравне с другими к физическому окружению, к транспорту, к информации и связи, включая информационно-коммуникационные технологии и системы, а также к другим объектам и услугам, открытым или предоставляемым для населения как в городских, так и в сельских районах».

Речь идет не только о выявлении и устранении физических, но также и информационных, коммуникационных барьеров. В информационном плане доступность должна распространяться: «на информационные, коммуникационные и другие службы, включая электронные службы и экстренные службы».

Государство призвано следить за выполнением описанных выше условий частными предприятиями и организациями. Также государство должно «поощрять доступ инвалидов к новым информационно-коммуникационным технологиям и системам, включая Интернет».

В настоящее время уже существуют разработки для помощи людям с ограниченными возможностями. Одной из таких является Dot Watch. Это умные часы со шрифтом Брайля для слабовидящих, синхронизирующиеся с телефоном. Гаджет разработан южнокорейским брендом Dot Incorporation и годом его поступления в продажу является 2017. Часы подают тактильную информацию, обладают функцией установки таймера или секундомера, и помогают всегда быть на связи с близкими. Каждое текстовое сообщение, пришедшее на смартфон, тут же переводится в шрифт Брайля и пересылается в Dot Watch. Когда человек получает звонок, часы вибрируют и отображают имя звонящего. Схема работы часов очень простая: рельефно-точечные активные ячейки на корпусе из алюминия выдвигаются мотором, который питает литиевая батарейка (заряда хватает на семь дней). Скорость демонстрации слов или цифр – от 1 до 1000 итераций в секунду.

Результаты. При исследовании рынка образования, программного обеспечения, аппаратных средств для лиц с ограниченными возможностями приходится признать, что состояние сегмента еще не идеально. Высокие цены на ПО, оборудование для инвалидов плохо влияют, ведь из-за этого инвалиды отказываются от данных благ, доступных сегодня для каждого. Так же все ПО очень различно, не

всегда его можно найти, нет определенного сервиса, на котором будут представлены все услуги, в том числе медицинские и образовательные.

Данный сервис можно разделить на 5 классов:

1 класс – Обеспечивающий. В нем будут представлены все возможные магазины и другие ресурсы, необходимые для функционирования и свободной жизни. Например, магазин в котором человек с ОВЗ может купить нужный для него протез.

2 класс – Образовательный. В данном блоке будет располагаться список университетов для людей с ограниченными возможностями, в зависимости от их функциональности. Также будет список онлайн-школ, которые предоставляют возможность для обучения.

3 класс – Медицинская помощь. Раздел представляет собой список медицинских учреждений, которые оказывают услуги людям с ограниченными возможностями. Будет предоставлена возможность просмотра учреждения, прочтения отзывов либо воспроизведения данных отзывов синтезатором речи для слабовидящих.

4 класс – Возможности города. В настоящее время во многих городах есть места для людей с ОВЗ, но мало кто о них знает. Отдых важен для всех, и в разделе «Возможности города» будут обозначены такие места. Еще будет информация о магазинах, в которых люди с ОВЗ могут спокойно закупиться без каких-либо трудностей. И вся эта информация будет предоставляться в зависимости от выбранного пользователем города.

5 класс – Прикладное ПО для людей с ОВЗ. Этот раздел подразумевает под собой обзор на различные модели техники для улучшения жизни людей с ОВЗ. Список магазинов, где можно приобрести данный продукт.

Чтобы лучше понять и визуализировать сервис, его можно изобразить в виде схемы (рис. 2).

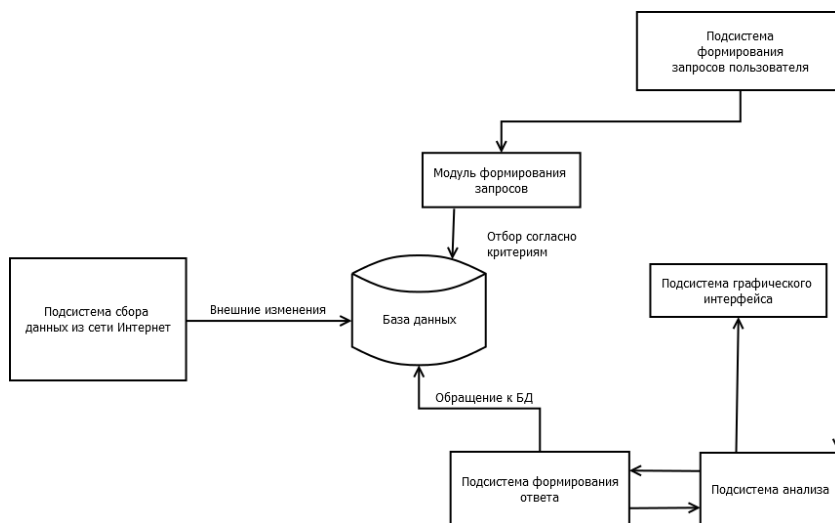


Рис. 2. Схема сервиса

Обсуждения. В статье предложена схема сервиса для успешной интеграции людей с ОВЗ в окружающую среду. Данный сервис позволит людям выбирать удобные инструменты для реализации повседневных задач. Можно сказать, что в 21 веке доступ к информации – это не привилегия, а жизненная необходимость. У пользователя должен быть выбор, какую технологию получения информации ему использовать: увеличение, синтезированную речь или шрифт Брайля.

Библиографический список

1. Доступная среда: оборудование и программное обеспечение. URL: <https://elitagroup.ru/pages/articles-accessible.php> (дата обращения: 27.05.2021).

2. Цифровые технологии и возможности человека. Компьютер для людей с ограниченными возможностями. URL: https://aupam.ru/pages/invatehnika/pk_invalid/page_01.htm (дата обращения: 20.05.2021).

УДК 524.4

П. А. Носуленко

студент кафедры прикладной математики

А. А. Винников

студент кафедры прикладной математики

М. Ю. Белова

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

Г. Л. Плехоткина

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГАЛАКТИК КАК ПРИЧИНА РАЗВИТИЯ ВСЕЛЕННОЙ

Известны случаи столкновения галактик вследствие их движения с высокими скоростями, например, непрерывно происходит взаимодействие Млечного Пути с его спутником, Карликовой эллиптической галактикой в Стрельце (SagDEG или Sagittarius dSph) [1].

В начале XX-го века в существующую классификацию Хаббла не входили галактики, называемые «пекулярными» [3]. Однако впоследствии на очень подробных фотографиях, где была обнаружена среди пекулярных галактик группа «взаимодействующих», которой дали следующее определение: «системы, где видны или подозрелись две или более галактики с искажениями формы, с хвостами (VV 224 «Мышки» (рис. 1)), перемычками (VV 34), в общем тумане с перекосом пылевого строя (VV 245 = NGC 4038/9 Antennae), слившиеся, или расположенные в виде цепочки (VV 243)» [4]. Более полный список взаимодействующих галактик представлен в табл. 1. «Хвостами» галактики называют тонкую, вытянутую область из звезд и межзвездного газа, которая простирается из галактики в окружающее пространство [5].



Рис. 1. Галактики Мышки

Взаимодействующие галактики расположены в пространстве достаточно близко, чтобы взаимная гравитация существенно влияла на форму, движение вещества и звезд в галактиках, на процессы звездообразования, а в некоторых случаях и на обмен веществом между галактиками [6]. При взаимодействии галактик высвобождается энергия и перемещаются огромные массы вещества. Вероятность столкновения отдельных звезд мала, так как их диаметр стремится к нулю по сравнению с расстоянием между ними, в то время как промежутки между галактиками превосходят их размеры лишь в несколько раз. Таким образом, столкновение галактик гораздо более вероятно, чем столкновение отдельных звезд [6].

Из всей современной классификации галактик [5] выделим галактики-гиганты и их галактики-спутники. При взаимодействии галактики-гиганта с ее спутником он затягивается в один из спиральных рукавов гиганта, постепенно разрушаясь и поглощаясь окружающей средой. Именно этот процесс происходит в настоящее время между Млечным Путем и Карликовой эллиптической галактикой в Стрельце (Sagittarius dSph). Однако это не единственный результат их взаимодействия. Существуют примеры,

когда галактика-спутник «пронзает» спиральную, не разрушаясь при этом [6]. При прохождении сквозь галактическую спираль галактика-спутник притягивает к себе некоторое количество звезд и покидает галактическую спираль, оставляя за собой некое подобие «кольцевого коридора» из газовых облаков, образующих в дальнейшем новые звезды. Самым знаменитым галактическим взаимодействием такого рода является галактика Колесо Телеги, открытая в 1941 г. В центре этой галактики с помощью орбитального телескопа Хаббла обнаружены «хвосты» длиной во многие тысячи световых лет, состоящие из молекулярного водорода [8].

Таблица 1

Взаимодействующие галактики и их характеристика [7]

Название	Созвездие	Расстояние до Млечного Пути	Тип	Вид взаимодействия
Галактики Антенны	Ворон	45 млн св. лет	SB(s)m pec / SA(s)m pec	сталкивающиеся галактики, образуют два «хвоста»
Галактика Водоворот и NGC 5195	Гончие псы	23±4 – 37 млн св. лет	SA(s)bc / SB0	взаимодействие со спутником
NGC 2207 и IC 2163	Большой пес	130 млн св. лет	SAB(rs)bc pec / SB(rs)c pec	взаимодействие со спутником
Галактики Мышки	Волосы Вероники	290 млн св. лет	SB0-a	сталкивающиеся галактики, с образованием «хвоста»
NGC 5090 и NGC 5091	Центавр	150 млн св. лет	E2 / Sb	сталкивающиеся галактики, сливаются в одну
Арг 299	Большая Медведица	134 млн св. лет	Sb/P	сталкивающиеся галактики, сливаются в одну
VV 340	Возничий	450 млн св. лет	S / S	сталкивающиеся галактики, сливаются в одну
NGC 2276 и NGC 2300	Цефей	120 млн св. лет	SBc / E-S0	взаимодействие со спутником
NGC 7752 и NGC 7753	Пегас	272 млн св. лет	I0 / SAB(rs)bc	взаимодействие со спутником
NGC 5394 и NGC 5395	Гончие псы	160 млн св. лет	SBb / Sb	взаимодействие со спутником

При взаимодействии галактики принимают разнообразные формы, например, Антенны (NGC 4038 и NGC 4039). Такое название они получили из-за длинных «хвостов», в результате еще не оконченного взаимодействия. При этом открыты новые шаровые звездные скопления, насчитывающие примерно миллион звезд [9].

Взаимодействие галактик несет с собой не только разрушение, но и созидание. Облака газа и пыли, составляющие примерно 20% массы спиральных звездных систем, уплотняясь под действием приливных сил, образуют новые звезды, при этом за относительно короткое время (несколько миллионов лет) светимость галактик сильно увеличивается [6].

Как известно, примерно через 4,5 млрд лет галактика Млечный Путь столкнется со своей ближайшей «соседкой» Андромеда (M31) [3]. В 1929 г. Эдвин Хаббл показал, что далекие галактики ускоряются от Млечного Пути [10]. Однако спектрографические измерения показали, что в отличие от большинства галактик Андромеда приближается к Млечному Пути со скоростью примерно 110 км/с [11].

Расчеты показывают, что при скорости сближения 200 км/с звездные системы чаще всего сливаются в одну, при 600 км/с – практически не меняют свою структуру и направление движения после взаимодействия, а при 1000 км/с – структура галактик может полностью разрушиться [6]. Таким обра-

зом, при взаимодействии Андромеды с Млечным Путем возможно разрушение их структуры и слияние в одну (Млечномеду).

На Солнечную систему это взаимодействие, скорее всего, никак не повлияет [11]. Хотя Андромеда и насчитывает около 1 триллиона звезд, а Млечный Путь – около 300 миллиардов, вероятность столкновения двух звезд ничтожно мала из-за огромных расстояний между ними. Однако существует отличная от нуля вероятность того, что Солнечная система будет выброшена из новообразовавшейся Млечномеды и станет блуждающим межгалактическим объектом. Вероятность этого процесса в настоящее время примерно 12%, а вероятность захвата Солнечной системы Андромедой – 3% [12].

Таким образом, вследствие взаимодействия галактик идет образование космической пыли, являющейся основой для образования новых звезд, благодаря чему Вселенная постоянно развивается.

Библиографический список

1. Galactic cannibalism // *Astrophysical Journal Letters*. URL: <https://web.archive.org/> (дата обращения: 16.05.2021).
2. Столкновение Млечного Пути и галактики Андромеды. URL: <https://ru.wikipedia.org/> (дата обращения: 16.05.2021).
3. Galaxy Classification. URL: <http://pages.astronomy.ua.edu/> (дата обращения: 17.05.2021).
4. Приливной хвост. URL: <https://wiki2.org/> (дата обращения: 20.06.2021.)
5. Сурдин В. Г. *Астрономия: век XXI*. М., 2008. С. 376–381.
6. Николаев Г. Столкновение галактик. URL: <https://www.nki.ru/archive/> (дата обращения: 05.06.2021).
7. Астрономическая фотогалерея. URL: <http://ligis.ru/> (дата обращения: 20.06.2021).
8. Cartwheel Galaxy at Constellation Guide. URL: <https://www.constellation-guide.com/> (дата обращения: 29.05.2021).
9. Antennae Galaxies at Constellation Guide. URL: <https://www.constellation-guide.com/> (дата обращения: 30.05.2021).
10. Зельдович Я. Б., Новиков И. Д., *Строение и эволюция Вселенной*. М., 1975.
11. Что происходит, когда сталкиваются галактики? URL: <https://in-space.ru/> (дата обращения: 21.05.2021).
12. Cox T. J., Loeb Abraham. The Collision between The Milky Way And Andromeda. URL: https://arxiv.org/PS_cache/ (дата обращения: 21.05.2021).

УДК 004

П. Ю. Парфишов

студент кафедры прикладной математики

С. В. Удахина

кандидат экономических наук, доцент-научный руководитель,

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ

Введение. Человечество не стоит на месте. Всеобъемлющие компьютеризация и информатизация настолько изменили жизнь человека, что она никогда не станет прежней. Роботы-уборщики, разблокировка смартфона по лицу, автомобили, управляемые автопилотом – все это уже стало частью нашей жизни, от которой вряд ли кто-то захочет отказаться.

Уже сейчас с помощью компьютерного зрения человек может определять по цвету спелость ягод, уровень кислотности в медицине, точность попадания оттенка при ремонте автомобиля. Робот BostonDynamics Spot появился в свободной продаже, и компании приобретают его для исследования недоступных и опасных для человека территорий, мониторинга строительных площадок, общественных мест. А контролем точности изготовления различных деталей при помощи компьютерного зрения уже никого не удивишь. В сельском хозяйстве компьютерное зрение используется для доения коров и определения веса свиней, также благодаря ему дроны могут распознавать препятствия, а люди – выбирать одежду.

Но у людей не было бы возможности производить «чудеса техники» без развития аппаратного обеспечения, и таких направлений, как искусственный интеллект и его подраздела – машинное обучение, которые в совокупности с компьютерным зрением открывают потрясающие возможности для полета инженерной мысли [1].

Нейронные сети на сегодняшний день являются основой повседневных технологий, таких как автоматическое распознавание изображений, лиц, рукописных букв и цифр [2]. Можно сказать, что нейронные сети моделируют процесс нервной деятельности и мышления человека с той разницей, что мышление заменяется вычислениями, целью которых является имитация процесса распознавания образов человеком (рис. 1).

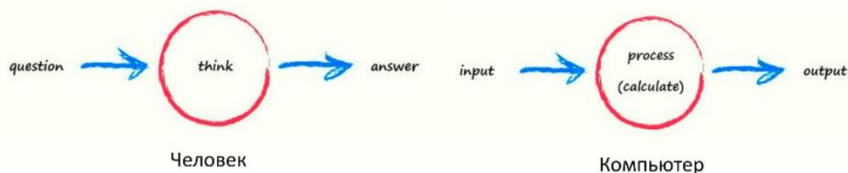


Рис. 1. Аналогия мышления и вычислений

Однако между архитектурой мозга и архитектурой компьютера есть коренное отличие. Традиционные компьютеры очень быстро обрабатывают данные, но в основном последовательно, по точно определенному алгоритму, и исходя из конкретных исходных данных [3]. В их вычислениях нет места никакой приближенности.

Биологические нейроны (neuron) – нервные клетки организма со многими входами: дендритами (dendrite); и выходами: аксонами (axon), а также окончаниями аксонов: терминалами (terminal) (рис. 2). По нейронам передаются нервные возбуждения в виде электрохимических импульсов.

«Нейросеть» человека и животных, со значительным упрощением, может быть представлена как взаимосвязанные между собой нейроны (рис. 3), причем выходные сигналы (signals) аксонов одних нейронов служат входными сигналами дендритов других нейронов.

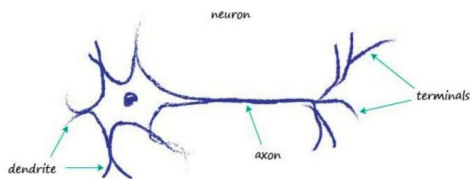


Рис. 2. Эскиз нейрона

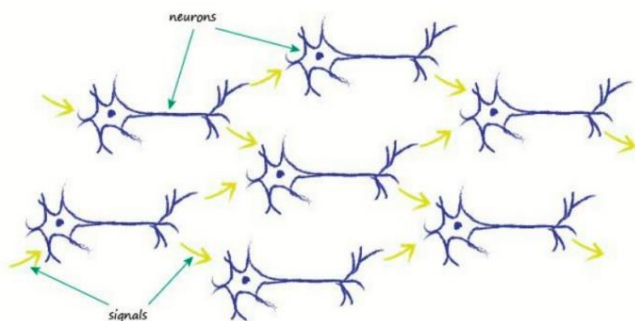


Рис. 3. Упрощенный эскиз нервной системы человека, как сети нейронов

В ядрах нервных клеток нейронов происходят некие преобразования сигналов перед передачей их на другие нейроны. А компьютерная нейросеть представляет собой имитацию нейронной структуры нервной системы человека или животного. На рис. 4 показана сильно упрощенная нейросеть из трех слоев (layer), состоящая из «нейронов», вычислительных узлов (neurons), которые могут иметь несколько входов (inputs) и несколько выходов (outputs), между которыми установлены соединения (connections).

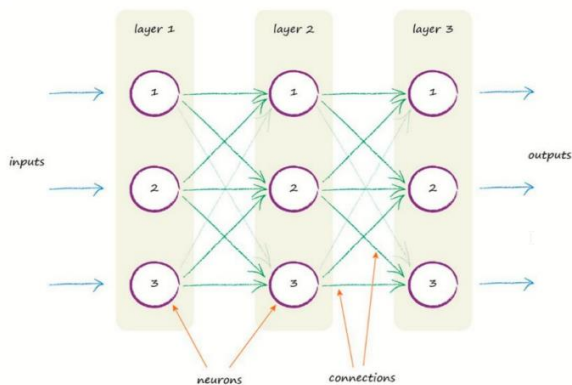


Рис. 4. Упрощенная нейросеть глубокого обучения

Задачей нейросети, в общем случае, является установление соответствия между входными сигналами « i », и выходными сигналами « o », при известном целевом значении набора (матрицы) выходных сигналов. Сигналы между нейронами сети подвергаются воздействию весовых коэффициентов « w », величины которых могут корректироваться в зависимости от величины отклонения « e » (error) выходного сигнала « o » от целевого значения. Последовательная корректировка весовых коэффициентов называется «обучением» (learning) нейронной сети, а процесс обучения нейросети – «машинным обучением» (machine learning).

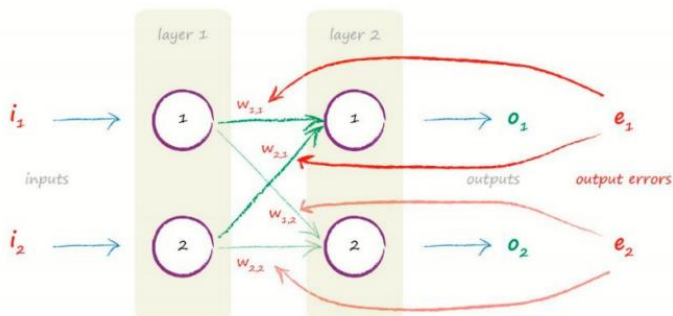


Рис. 5. «Обучение» нейросети

Процесс «обучения» нейросети заключается в установлении заданных соответствий между входными сигналами « i » и выходными сигналами « o ».

Если в качестве входных сигналов задать матрицу пикселей части изображения, то при сканировании всего изображения на «обученной» сети можно получить выходной результат, который будет представлять степень соответствия входного изображения шаблону из той или иной базы изображений. Данные для обучения – это разница между величиной выходного сигнала и ошибкой. Обратная передача сигнала коррекции ошибки происходит пропорционально весовым коэффициентам связей между нейронами [4].

Чем больше «глубина» сети, т. е. чем больше в ней скрытых нейронных уровней, тем сеть более адаптивна и тем более точной настройки матрицы входных сигналов в ней удастся достичь. Процесс обучения нейросети (machine learning) можно образно представить в виде нахождения самой глубокой впадины на холмистом рельефе (рис. 6).

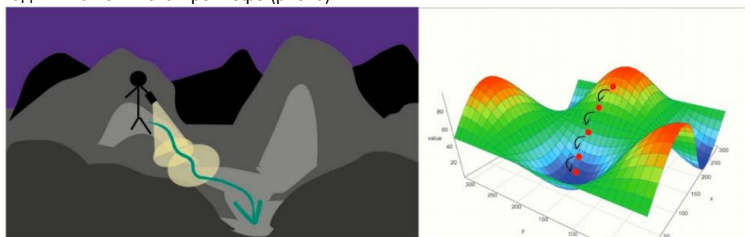


Рис. 6. Образное представление процесса обучения нейросети

При машинном обучении, нейросеть «ищет» экстремум для функции нескольких переменных для каждого нейрона, повторяя этот процесс для каждого уровня нейронов в сети. Это похоже на то, как человек ищет впадину на горном рельефе в полной темноте, имея в руках фонарик, который светит

только на шаг вперед. Оглядывая рельеф вокруг, человек находит самое низкое место и переходит туда, потом опять светит фонариком и так далее, пока не достигнет дна впадины.

Точно так же нейросеть ищет минимум отклонения сигнала выходной функции на каждом нейроне и соответственно корректирует весовые коэффициенты «w» на его входах. Однако в отличие от человека, который ищет последовательно, нейросеть делает коррекцию весовых коэффициентов на нейронах параллельно, сразу на всех нейронах и по всем слоям.

Процесс обучения нейросети может занимать от нескольких секунд до нескольких дней, в зависимости от сложности задачи и глубины нейросети, а также быстродействия процессоров, на которых построены нейроны [5].

На рис. 7 показан пример системы компьютерного зрения с машинным обучением на примере простой задачи распознавания рельефа местности по трем типам: «горизонтальный», «вертикальный» и «небо» [6].

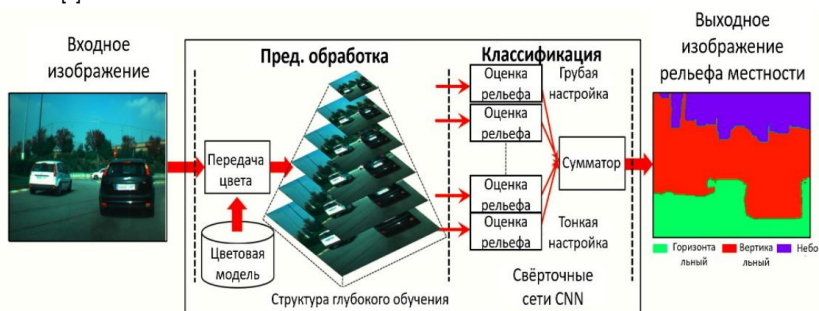


Рис. 7. Пример сети машинного обучения на примере распознавания рельефа на изображении

На рис. 8 показан пример распознавания объектов произвольной уличной сцены при помощи предварительно обученной системы машинного обучения. Объекты классифицированы с указанием точности классификации. На фото не видно объектов, которые были бы ошибочно или неточно классифицированы. Следует обратить внимание, что люди (person) достаточно точно классифицируются, даже если их лица не видны. Транспортные средства классифицируются по типу: легковой автомобиль (car), грузовик (truck) и мотоцикл (motorcycle).

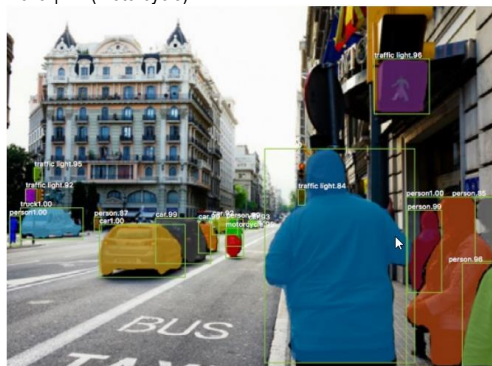


Рис. 8. Пример распознавания объектов произвольной уличной сцены при помощи обученной нейросети

О популярности машинного обучения в технологиях компьютерного зрения говорит статистика употребления терминов «обучение» (learning), «image» (изображение), «нейросеть» (network) на конференциях о компьютерном зрении. На рис. 9 приведена статистика употребления ключевых слов в материалах Международной конференции по компьютерному зрению ICCV17 в Венеции (Италия) 22-29 октября 2017 г.

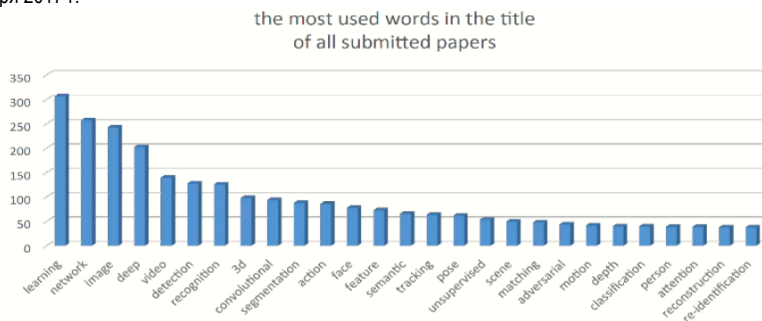


Рис. 9. Статистика употребления ключевых слов в материалах Международной конференции по компьютерному зрению ICCV17

Сегодня машинное зрение на службе у человека внедряется в метро и общественных местах. Его использование на сегодняшний день актуально во всех областях деятельности.

Библиографический список

1. Клетте Р. Компьютерное зрение. Теория и алгоритмы. М.: ДМК Пресс, 2019. 506 с.
2. Форсайт Д., Понс Д. Компьютерное зрение. Современный подход. М.: Вильямс, 2018. 960 с.
3. Тарик Р. Создаем нейронную сеть. СПб.: ООО «Альфа-книга», 2017. 272 с.
4. Селянкин В. В. Компьютерное зрение. Анализ и обработка изображений. СПб.: Лань, 2019. 152 с.
5. Hartley R., Zisserman A. Multiple View Geometry in Computer Vision. USA, New York: Cambridge University Press, 2003. 655 с.
6. Sonka M., Hlavac V., Boyle R. Image Processing, Analysis, and Machine Vision. UK: CL Engineering, 2007. 872 с.

УДК 520

Л. Д. Примак

студент кафедры прикладной математики

Г. Л. Плехоткина

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель

ПЕРВЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ НА МАРСЕ

Беспилотный летательный аппарат-разведчик NASA's Ingenuity Mars Helicopter (Изобретательность), разработанный лабораторией Реактивного движения в Южной Калифорнии, отправлен на Марс 30 июля 2020 г. с мыса Канаверал в составе миссии «Марс-2020» на ракете-носителе Atlas V 541 (рис. 1).



Рис. 1. Беспилотный летательный аппарат-разведчик NASA's Ingenuity Mars Helicopter

Масса вертолета составляет 1,8 кг, диаметр – 120 см, мощность – 220 Вт. На нем используются вращающиеся в противоположных направлениях соосные винты, диаметром более 1 м, камера высокого разрешения для навигации, приземления и научного изучения поверхности, а также передатчик данных на ровер «Марс-2020». Из-за слабости и неустойчивости магнитного поля Марса использование компаса для навигации невозможно, поэтому в систему навигации аппарата встроена камера с солнечным трекером. Возможно использование гироскопа, высотомера и других датчиков. Для зарядки аппарата используются солнечные батареи. Вертолет содержит уникальные компоненты и готовые коммерческие детали (многие из индустрии смартфонов), которые впервые были испытаны в далеком космосе. Для символического участия братьев Райт в полете первого летательного аппарата на Марсе на нем закрепили изолентой кусочек материи с крыла самолета братьев Райт [2].

Основной целью запуска вертолета Ingenuity является исследование Марса, в частности демонстрация технологий и проверка возможностей управляемого полета на другой планете. Возможное использование будущего вертолета включает в себя предоставление уникальной точки обзора, не обеспечиваемой нынешними орбитальными аппаратами, разведку местности для роботов и людей, доступ к неизведанной марсоходом Perseverance территории и перевозка небольших грузов [4].

19 апреля 2021 г. вертолет совершил первый управляемый полет на Марсе. Команда Ingenuity подтвердила успешность полета после получения данных с вертолета через марсоход Perseverance в 6:46 EDT (североамериканское восточное летнее время).

Вертолет впервые поднялся в воздух в 3:34 EDT–12:33 Local Mean Solar Time (марсианское время) – время, которое, по мнению команды Ingenuity, было оптимальным по энергетическим и полетным условиям. Данные высотомера свидетельствуют о том, что самолет поднялся на заданную максимальную высоту 10 футов (3,048 м) и поддерживал стабильное парение в течение 30 секунд. Затем он

снизились, опустившись на поверхность Марса, зарегистрировав в общей сложности 39,1 секунд полета. Находившийся примерно в 211 футах (64,3128 м) от Van Zyl Overlook (места взлета) во время исторического полета Ingenuity, марсоход Perseverance не только выполнял роль ретранслятора между вертолетом и Землей, но и вел хронику полетов с помощью навигационных камер. Снимки с мультиспектрального стереоскопического прибора Mastcam-Z и камеры Navcam марсохода Perseverance предоставили дополнительные научные сведения о полете вертолета [1].

Первый полет был полон неизвестности. Так как гравитация на Красной планете значительно ниже (38% земной, $g = 3,721 \text{ м/с}^2$) и атмосфера чрезвычайно тонка, с давлением на поверхности всего 1% по сравнению с нашей планетой, то существует относительно небольшое количество молекул воздуха, с которыми две лопасти ротора Ingenuity шириной 1,2 м могут взаимодействовать для осуществления полета. Поэтому полет Ingenuity – одно из мировых достижений человечества последнего времени.

В последующих испытаниях были увеличены продолжительность полета, максимальная высота и протестировано горизонтальное перемещение. Особенностью четвертого полета стала запись марсоходом Perseverance звука полета вертолета. Поскольку Perseverance находился в 80 м от места взлета и посадки вертолета, то не было уверенности, что микрофон уловит какие-либо звуки. Даже во время полета, когда лопасти вертолета вращаются со скоростью 2537 оборотов в минуту, звук двигателя сильно заглушается разреженной марсианской атмосферой (скорость распространения звука на Марсе составляет ~240 м/с) [5]. В первые мгновения звук еще больше заглушают порывы марсианского ветра. Однако марсоходу удалось записать эти звуки [3]. На протяжении всех экспериментов испытывались камеры NAV и RTE, благодаря которым было получено множество новых изображений поверхности Марса (рис 2). Подробные данные всех проведенных полетов указаны в табл. 1.

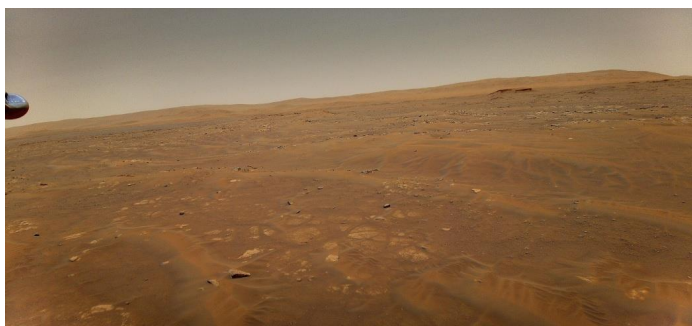


Рис. 2. Песчаная рябь Сейтаха с высоты 10 м

Таблица 1

Фрагмент хронологии испытаний и полетов вертолета Ingenuity

№ полета	Дата, время *UTC/GMT	Полетное время, секунд	Горизонтальная скорость, м/с	Высота		Длина маршрута, м	Суммарный перелет м,
				Полета, м	Висения, м		
1	19.04.2021 (07:34)	39,1	0	–	3	0	0
2	22.04.2021 (09:33)	51,9	0,5	5	5	0	4
3	25.04.2021 (11:31)	80,3	2	5	5	0	100

МОЛОДЕЖНАЯ СЕКЦИЯ

№ по-лета	Дата, время *UTC/GMT	Полетное время, секунд	Горизонтальная скорость, м/с	Высота		Длина маршрута, м	Суммарный перелет м,
				Полета, м	Висения, м		
4	30.04.2021 (14:49)	116,9	3,5	5	5	0	266
5	07.05.2021 (19:26)	108,2	2	5	10	129	129
6	23.05.2021 (05:20)	139,9	4	10	–	~101	215
7	08.06.2021 (15:54)	62,8	4	10	–	106	106
8	22.06.2021 (00:27)	77,4	4	10	–	160	160
9	05.07.2021 (21:03)	166,4	5	10	–	625	625
10	24.07.2021 (21:07)	165,4	5	12	–	~95	233

* UTC – всемирное координированное время; GMT – среднее время по Гринвичу

Впервые в истории космических экспедиций вертолет Ingenuity совершил контролируемый полет в атмосфере другой планеты. Способный генерировать достаточную подъемную силу в тонкой атмосфере Красной планеты и «выживать» в сложной марсианской среде, вертолет Ingenuity смог превзойти ожидания многих ученых. Успех данных экспериментов позволит в будущем получить обширные знания не только о Марсе, но и о других планетах Солнечной системы.

«Теперь, спустя 117 лет после того, как братьям Райт удалось совершить первый полет на нашей планете, вертолету НАСА Ingenuity удалось совершить этот удивительный подвиг в другом мире», – сказал помощник администратора НАСА по науке Томас Зурбхен. – Хотя эти два знаковых момента в истории авиации могут быть разделены временем и 173 миллионами миль пространства, теперь они навсегда будут связаны».

Библиографический список

1. Google: NASA's Ingenuity Mars Helicopter Succeeds in Historic First Flight. URL: <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-s-ingenuity-mars-helicopter-succeeds-in-historic-first-flight> (дата обращения: 07.06.2021).
2. Google: Ingenuity. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Ingenuity> (дата обращения: 14.06.2021).
3. Google: Perseverance записал звук полета Ingenuity на Марсе. URL: <https://hightech.fm/2021/05/07/ingenuity-sounds> (дата обращения: 14.06.2021).
4. Google: Ingenuity Mars Helicopter. URL: https://www.jpl.nasa.gov/news/press_kits/ingenuity/landing/ (дата обращения: 14.06.2021).
5. Google: Sounds of Mars. URL: <https://mars.nasa.gov/mars2020/participate/sounds/> (дата обращения: 13.11.21).

УДК 537.87

А. А. Суклетинастудент кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий
и промышленной безопасности**Т. П. Мишура**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В МЕТРОПОЛИТЕНЕ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Введение. В современном мире, где метрополитен является одним из основных средств передвижения, актуальность его изучения выросла. Измерение параметров электромагнитного поля в метрополитене дает возможность оценить, насколько безопасным может быть для человека данный тип транспорта.

Для жителей Санкт-Петербурга метро является основным видом транспорта. Пассажиропоток Санкт-Петербургского метрополитена составил 743 млн человек за 2018 г. и с каждым годом стремительно растет.

Метрополитен является объектом повышенной опасности. В связи с этим в нем предусмотрено множество систем, обеспечивающих безопасность пассажиров и работников метро. Метрополитен оборудован 10000 камерами видеонаблюдения, 8000 камерами интеллектуального видеонаблюдения, системой контроля доступа персонала, пунктами досмотра, турникетами с аппаратурой радиационного контроля.

Помимо электронных систем безопасности на каждой станции метрополитена находятся пункты полиции, работники которых регулируют ситуацию в метро в случаях возникновения чрезвычайных происшествий, по установленному порядку. В обязанности полиции входит патрулирование всей инфраструктуры метрополитена с периодичностью раз в 40 минут для обеспечения транспортной и антитеррористической безопасности. Все без исключения работники метрополитена регулярно проходят аттестацию по обеспечению транспортной безопасности. Также существуют пассивные средства безопасности, такие как голосовое оповещение пассажиров с просьбой быть внимательнее, разметка приближения поезда и предупреждающие таблички.

В 2019 г. Санкт-Петербургский метрополитен был признан самым безопасным в России [1]. Кажется, с такими системами безопасности нет повода беспокоиться за свою жизнь, не так ли? Но есть «вредитель», которому не страшны вышеперечисленные системы и мероприятия по обеспечению безопасности, да и причиненный им вред заметить сразу невозможно. Интересно, кто же это? Еще задолго до появления человека на нашей планете появилось электромагнитное поле. Земля является постоянным магнитом, в верхнем слое коры которой протекает электрический ток. Он формирует постоянное электромагнитное поле. Также в атмосфере Земли возникают переменные электромагнитные поля в результате солнечной активности и гроз. В ходе технического прогресса человечество стало использовать электромагнитную энергию в своей деятельности. Это привело к тому, что к существующему электромагнитному полю Земли, атмосферному электричеству, радиоизлучению Солнца и Галактики добавилось электромагнитное поле искусственного происхождения. Его уровень намного превышает интенсивность естественного электромагнитного фона.

Электромагнитное поле – это особая форма материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между заряженными частицами. Представляет собой взаимосвязанные переменное электрическое и магнитное поля.

Какой же вред может принести электрическое поле организму человека? Дело в том, что кровь является электролитом и при нахождении в электромагнитном поле в ней возникают ионные токи, которые сопровождаются тепловым эффектом. Многие пользуются микроволновыми печами и видели, что происходит с белком при нагреве – он сворачивается. Работа микроволновых печей основана на создании сверхвысокочастотного (СВЧ) электромагнитного поля частотой 3–30 ГГц. Тепловой эффект особенно опасен для мозга, желудка и других органов со слабо развитой сосудистой системой и неин-

тенсивным кровообращением. При воздействии на глаза тепловой эффект ионных токов от электромагнитного поля, может вызвать помутнение хрусталика и, как следствие, катаракту. При длительном воздействии электромагнитные поля могут вызвать нарушение функций сердечно-сосудистой системы, обмена веществ, повышенную утомляемость, раздражительность, головную боль, нарушение сна, понижение кровяного давления, изменение температуры тела, развитие онкологических заболеваний. Также они оказывают неблагоприятное влияние на нервную, иммунную, эндокринную, половую, гормональную системы [2].

Нас буквально окружают источники электромагнитных полей, к ним относятся:

- линии электропередач;
- трансформаторные подстанции;
- электропроводка, телекоммуникации, кабели телевидения и интернета;
- вышки сотовой связи, радио и телевышки, усилители, антенны сотовых и спутниковых телефонов, Wi-Fi роутеры;
- компьютеры, телевизоры, дисплеи;
- бытовые электроприборы;
- индукционные и микроволновые (СВЧ) печи;
- электротранспорт;
- радары.

Оценка опасности воздействия электромагнитного поля на человека производится по величине электромагнитной энергии, поглощенной телом человека [3].

Специалисты Северо-Западного научного центра гигиены и общественного здоровья, Санкт-петербургского филиала Института земного магнетизма РАН (ИЗМИРАН) и Центра госсанэпиднадзора метрополитена провели измерения на станциях и в поездах подземной дороги. Измерения показали: люди подвергаются здесь воздействию сильных электромагнитных полей ультранизких частот. «Пик» полей – в кабине машиниста и пассажирском салоне, где магнитное поле достигает 150–200 мкТл, т. е. в 10 раз выше, чем в обычной наземной электричке и в сто раз выше нормы (0,2–0,3 мкТл), а также у края платформы, где в основном располагаются пассажиры в ожидании поезда.

Магнитные поля в метро носят импульсный характер. Они возникают, когда поезда трогаются с места, резко набирая скорость, и когда также резко тормозят. Таким образом, можно сказать, что люди получают периодические кратковременные магнитные удары по организму с частотой 7–9 герц. По данным физиологов, человеческий организм чувствителен к действию таких полей, поскольку ультранизкие частоты входят в область нормальной волновой активности мозга [4].

В январе-феврале 1994 г. сотрудники ИЗМИРАН проводили специальный мониторинг магнитных полей в Санкт-Петербурге. Измерения производились в центральных районах города и обрабатывались в двух геомагнитных обсерваториях, расположенных на расстоянии 30 и 90 км от города.

Результат этих исследований буквально ошеломил специалистов. Уровень техногенных магнитных излучений в городе был в тысячу раз выше, чем в его окрестностях, причем наиболее сильные излучения создают трамваи и поезда метро. Интенсивность же ультранизкочастотных магнитных полей около линий метрополитена превышала природный фон в сотни тысяч раз.

«Нам удалось выяснить, что наиболее сильные поля (достигающие 1 мкТл) создаются трамваями и поездами метро, работающими на постоянном токе», – рассказывает заведующий лабораторией магнитосферных исследований, доктор физико-математических наук Марта Тясто. – Обычно техногенные магнитные поля на расстоянии 10 м от источника загрязнения сравнимы с естественными. В нашем же случае интенсивность ультранизкочастотных магнитных полей около метро превышала природный фон в сотни тысяч раз».

Получается, что метро – это микроволновка замедленного действия. Единственный способ «увидеть» данного «вредителя» в метро – измерить уровень электромагнитного поля специальным высокоточным прибором (измерителем напряженности полей). В основном, данные приборы используют для оперативного контроля норм электромагнитной безопасности электроустановок, рабочих мест, производственных и жилых помещений. Одним из таких приборов, является измеритель параметров электрического и магнитного полей – трехкомпонентный ВЕ-метр (рис. 1, 2). Принцип его работы основан на преобразовании измеряемого переменного электрического или магнитного полей в колебания

электрического напряжения при использовании частотной фильтрации и усиления колебаний, а затем оцифровки и анализе полученных сигналов. Полученные результаты кодируются. Для индикации используется любое устройство отображения информации, имеющее канал беспроводной связи и допускающее установку необходимого программного обеспечения [5].



Рис. 1. Измерители модификации «АТ-004» и «50 Гц»



Рис. 2. Блок НТМ-Терминал

Теперь мы знаем, насколько сильно влияет электромагнитное поле на организм человека. Но как же нам себя защитить?

Обеспечение защиты людей от неблагоприятного влияния электромагнитных полей осуществляется путем проведения организационных, инженерно-технических мероприятий при проектировании и эксплуатации оборудования, являющегося источником электромагнитных полей или объектов, оснащенных источниками электромагнитных полей. К таким мероприятиям относится проектирование безопасных маршрутов и экранирование источников электромагнитных полей [6]. Как мы выяснили из исследований, вышеуказанные меры не способны в полной мере уберечь нас от опасного воздействия электромагнитных полей. Во время написания статьи мной была найдена интересная компания, которая предлагает одежду из специальной экранирующей ткани. Возможно, это альтернатива для защиты своей жизни от смертельного электромагнитного излучения [7].

Думаю, человечеству стоит задуматься над проблемой электромагнитных полей, ведь мы окружены гаджетами, бытовой техникой, линиями электропередач и множеством других источников данных полей. Электромагнитные поля оказывают пагубное влияние на организм человека и на данный момент их уровень зачастую превышает допустимое значение во множество раз. Лично для меня стала актуальна проблема электромагнитного излучения в метрополитене, так как я им пользуюсь ежедневно. Электромагнитное поле в метро превышает допустимые нормы в сотни тысяч раз! На мой

взгляд, нужно искать альтернативные варианты для транспортировки пассажиров в будущем, а на данный момент стараться защитить себя от воздействия электромагнитных полей не только в метро, но и на поверхности.

Библиографический список

1. Secuteck.ru: Петербургское метро: безопасность превыше всего. URL: <https://www.secuteck.ru/> (дата обращения: 06.05.2021).
2. Studopedia.ru: Основные параметры электромагнитных полей. URL: <https://studopedia.ru/> (дата обращения: 07.05.2021).
3. Pcgroun.ru: Электромагнитное поле, его влияние на человека, измерение и защита. URL: <https://pcgroun.ru/> (дата обращения: 07.05.2021).
4. Aif.ru: Солнце – жизнь, Солнце – смерть. URL: <https://aif.ru/> (дата обращения: 10.05.2021).
5. Измеритель параметров электрического и магнитного полей трехкомпонентный. Модели ВЕ-метр. Руководство по эксплуатации. БВЕК431440.09.03РЭ, 2020. 72 с.
6. СанПин 2.2.4.1191-03. Электромагнитные поля в производственных условиях. М. 2003. 32 с.
7. Stop5g.ru: Одежда Shields Dynamics. URL: <https://stop5g.ru/> (дата обращения: 11.05.2021).

УДК 52-54

Д. А. Трезуб

студент кафедры прикладной математики

Р. А. Горшков

студент кафедры прикладной математики

А. Г. Аванесян

студент кафедры инновационных технологий в электромеханике и робототехнике

Г. Л. Плехоткина

кандидат физико-математический наук, ведущий инженер – научный руководитель

НОВЫЕ ОБЛАСТИ ЗАРОЖДЕНИЯ «ЭЛЕМЕНТОВ ЖИЗНИ» В КОСМОСЕ

Интереснейшее открытие последнего времени в химии космоса состоит в том, что сложные молекулы, которые на Земле уверенно относят к органическим соединениям, могут синтезироваться в космосе без участия живых существ, синтез происходит в обычных химических реакциях, никак не связанных с жизнью. Не исключено, что эти реакции являются дальним предварительным этапом, чтобы впоследствии на нашей или какой-то другой планете появилась жизнь. В начале 70-х гг. прошлого века количество известных межзвездных молекул стало измеряться десятками [2]. Изначально предполагалось, что органические молекулы возникают на объектах, покрытых льдом или конденсированными частицами космической пыли, под влиянием ультрафиолетового излучения протозвезд и космических лучей. Однако новые результаты [3] свидетельствуют о том, что протозвезды не являются необходимым условием для образования сложных химических веществ. Молекулы сложных органических веществ могут формироваться задолго до них.

Сложные органические вещества были обнаружены на других планетах в простых формах (например, метан(CH₄) в атмосфере Титана [4]), в твердых фазах на кометах (аппарат Розетта нашел органические вещества на комете Чурюмова-Герасименко [5]), в большинстве случаев в метеоритах (анализ этих веществ указывает на их неземное происхождение [6]), в беззвездных ядрах (плотных холодных областях, состоящих из облаков межзвездного молекулярного газа [7]), в дальних областях Млечного Пути [8]. Рассмотрим результаты двух исследований первой половины 2021 г.

Беззвездное ядро объекта L1521E (рис. 1) относительно молодо как по химическому составу, так и по динамике потоков газа внутри него, и расположено оно в туманности ТМС-1 – части Молекулярного облака в созвездии Тельца, большого дозвездного облака пыли и газа, расположенного примерно в 450 световых годах от Солнца [7]. Астрономические измерения показали, что реальный возраст беззвездного ядра очень небольшой, так как первый пик увеличения концентрации сложных органических молекул обычно приходится на первые 60 000 лет после образования. Также обнаружено, что реакции образования этих соединений, происходили не только в газовой фазе, но и во время активной стадии образования звезды [7].

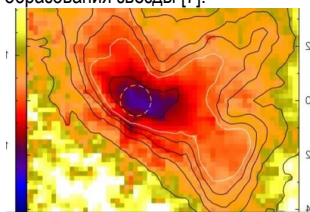


Рис. 1. Беззвездное ядро объекта L1521E



Рис. 2. Структурная формула метилформата(сверху), диметилового эфира(снизу)

Также обнаружены органические молекулы в планетарных туманностях, в остатках умирающих звезд и дальних уголках Млечного Пути. Эти области до сих пор считались слишком холодными и уда-

ленными от центра галактики для создания органических молекул. Планетарная туманность – объект, представляющий собой оболочку ионизированного газа вокруг центральной звезды (белого карлика). Когда умирающая звезда сбрасывает свою внешнюю оболочку и становится белым карликом, она начинает генерировать интенсивное ультрафиолетовое излучение. Долгое время считалось, что это излучение способно расщеплять любые молекулы, выброшенные умирающей звездой в межзвездную среду, на атомы. Обнаружение органических молекул в планетарных туманностях показывает, что это не так [8]. Ранее считалось, что молекулярные облака, порождающие новые звездные системы, образуются самопроизвольно и формировать эти молекулы из атомов невозможно. Но если процесс начнется с самих молекул, он может резко ускорить химическую эволюцию в зарождающихся звездных системах [8].

Авторы исследования объекта L1521E использовали 12-метровый телескоп Аризонской радиоастрономической обсерватории, благодаря которому обнаружили внутри L1521E сложные органические молекулы. Целью исследования были спектральные линии двух молекул: метанола (CH₃OH) – одного из самых простых и распространенных органических соединений, и более сложного – ацетальдегида (CH₃CHO). Согласно полученным спектрам, беззвездное ядро содержит следы диметилового эфира (CH₃OCH₃), метилформиата (HCOOCH₃) и винилцианида (CH₂CHCN) (рис. 2) [7].

Авторы исследования планетарных туманностей использовали точно такой же радиоастрономический метод исследования радиоизлучения цианистого водорода (HCN), формил-иона (HCO⁺) и окиси углерода (CO) в пяти планетарных туманностях: M2-48, M1-7, M3. -28, K3-45 и K3-58[8].

Открытие сложных органических соединений в беззвездном ядре поможет будущим исследователям скорректировать компьютерные модели звездной эволюции, позволит лучше понять процессы, происходящие при образовании новых астрономических объектов в молодых скоплениях газа.

Из результатов исследования холодных планетарных туманностей сделан глобальный вывод: обнаружение органических молекул на краю галактики может означать наличие органических реакций на ее внешних границах. Это значит, что галактическая обитаемая зона – область, в которой могут формироваться звездные системы с пригодными для жизни планетами – может простираться гораздо дальше от центра галактики, чем считалось ранее.

На данный момент можно считать доказанным, что для синтеза органики не обязателен «первичный бульон». Однако это возможно и в космическом пространстве.

К сожалению, наши возможности исследовать эволюцию органических соединений в протопланетных дисках весьма ограничены. По размеру они очень малы, и искать в них органические молекулы еще сложнее, чем в молекулярных облаках. Пока что в формирующихся планетных системах других звезд обнаружено около десятка молекул. Конечно, в их число входят и простые органические соединения (в частности, формальдегид), но более подробно эволюцию органики в этих условиях мы пока описать затруднительно [9].

Таблица 1

Молекулы, открытые к настоящему времени в межзвездном пространстве.

Тип молекулы	Описание типичного представителя
42 двухатомные	Моноксид углерода (угарный газ) – наиболее часто встречающееся в межзвездном пространстве соединение, в состав которого входят атомы различных элементов. Его характерные линии часто используются для исследования распределения массы в молекулярных облаках
41 трехатомная	Катион H ₃ ⁺ является одним из наиболее распространенных ионов во Вселенной
25 четырехатомных	Формальдегид – типичная органическая молекула, широко распространенная в межзвездной среде
19 пятиатомных	Метан – основной компонент природного газа – зарегистрирован также в газовых оболочках комет и атмосферах большинства планет Солнечной системы
15 шестиатомных	Формамид в межзвездной среде может реагировать с карбеновым радикалом

Тип молекулы	Описание типичного представителя
	СН ₂ с образованием ацетамида
9 семиатомных	Ацетальдегид и его изомеры – виниловый спирт и окись этилена – также обнаружены в межзвездном пространстве
10 восьмиатомных	В 1997 г. радионаблюдения подтвердили наличие в космосе уксусной кислоты
9 девятиатомных молекул и 17 молекул, содержащих от 10 до 70 атомов	Одни из самых массивных (и длинных) молекул, найденных в космическом пространстве, относятся к классу полиинов – они содержат несколько тройных связей, последовательно соединенных «в цепочку» одинарными связями. В земных условиях не встречаются

Несмотря на вышеуказанные исследования, возникновение жизни именно в открытом космосе невозможно – в межзвездном пространстве практически нет факторов, заставляющих молекулы объединяться в организмы, а те что присутствуют слишком агрессивны (радиация) и делают этот процесс невозможным. При рассмотрении веществ не на основе углерода этот тезис становится менее однозначным – хотя некоторые элементы и способны заменить углерод, найти их в космосе очень сложно.

Например, среди наиболее вероятных претендентов на роль структурообразующего атома в альтернативной биохимии называют кремний, находящийся в той же группе Периодической системы Д. И. Менделеева, что и углерод. Однако атом кремния имеет большие массу и радиус, причем образование кремнием двойных или тройных ковалентных связей сравнительно затруднено, что может помешать образованию биополимеров. Соединения кремния менее разнообразны, чем углеродные. Азот и фосфор считаются другими претендентами на роль основы для биологических молекул. Как и углерод, фосфор может составлять цепочки из атомов, которые могли бы образовывать сложные органические макромолекулы, если бы он не был таким химически активным. В комплексе с атомом азота возможно образование более сложных ковалентных связей, что делает теоретически возможным возникновение разнообразных молекул, включая кольцевые структуры [10].

Библиографический список

1. Справочник об органических веществах. URL: ru.wikipedia.org/wiki/Органические_вещества (дата обращения: 29.10.2021).
2. Справочник о химических процессах в космосе. URL: https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/432393/Khimiya_v_kosmose (дата обращения: 29.10.2021).
3. «Кирпичики жизни» появились в космосе раньше звезд. URL: <https://nplus1.ru/news/2020/06/15/complex-molecules-in-clouds> (дата обращения: 29.10.2021).
4. Справочник об атмосфере. Титана URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Атмосфера_Титана (дата обращения: 29.10.2021).
5. О космической органике на кометах и вообще. URL: <https://zeleniykot.livejournal.com/57174.html> (дата обращения 29.10.2021).
6. В марсианском метеорите обнаружили древние органические молекулы. URL: <https://nplus1.ru/news/2020/05/01/martian-organics-nitrogen> (дата обращения: 29.10.2021).
7. Detection of Complex Organic Molecules in Young Starless Core L1521E. URL: <https://arxiv.org/abs/2104.07683> (дата обращения: 29.10.2021).
8. Органические молекулы раскрывают информацию об умирающих звездах и окраинах Млечного Пути. URL: <https://phys.org/news/2021-06-molecules-reveal-clues-dying-stars.html> (дата обращения: 29.10.2021).
9. Органические молекулы в космосе. URL: <http://galspace.spb.ru/index61-7.html> (дата обращения 29.10.2021).
10. Альтернативная биохимия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Альтернативная_биохимия (дата обращения: 29.10.2021).

С. Н. Федосеева

студент кафедры прикладной математики

Е. Е. Майоров

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

ОПИСАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА ЗАЩИТЫ РАБОТНИКА НА ФРИЛАНС-ПЛОЩАДКЕ

Введение. Сегодня, все больше людей начинают интересоваться биржами фриланса. Это отличный способ первого заработка для студента, работы в удаленном формате с полным контролем распорядка рабочего дня и выбором задач для работы. Но большой проблемой, и по сей день, являются частые случаи мошенничества на фриланс-площадках. При полностью выполненном работником задании, заказчик отказывается выплачивать деньги за заказ, аргументируя якобы «неправильно» выполненным заданием, неполным его выполнением, ссылаясь на то, что работнику не нужна зарплата и данное задание пойдет ему в портфолио, либо не аргументируя вовсе.

Большинство онлайн-бирж либо не предоставляют пользователям возможности решения проблемы мошенничества, либо ограничиваются непродуманными и затратными системами, например выплатой до 30% стоимости заказа пострадавшему работнику. Такой вариант несет большие убытки владельцам биржи и неполное решение проблемы для работника, так как полную стоимость своей работы он не получает.

Для борьбы с мошенничеством на фриланс-площадке была разработана система двойного окна диалога с заказчиком и возможность обращения фрилансера за помощью к администрации сайта. Система двойного окна диалога состоит в том, что левое окно диалога фрилансера с заказчиком – это обычный чат пользователей, а правое окно – это репозиторий для выгрузки заказчиком технического задания, фрилансером – выполненной работы. В данном окне заказчик имеет возможность дать краткую оценку загруженной работе и краткий комментарий. Если работа совершенно не соответствует техническому заданию (ТЗ), заказчик имеет право отказаться от работника, закрыв диалог. При закрытии диалога заказчик обязан оставить комментарий, описывающий причину отказа. В самом начале работы фрилансера над заказом сумма заказа «замораживается» на кошелек заказчика, и после закрытия диалога будет заблокирована 3 рабочих дня, после чего будет «разморожена» и вернется на кошелек заказчика. В течении трех рабочих дней после отказа фрилансер имеет право подать апелляцию на бирже и таким образом обратиться за помощью к администратору сайта. За вызов администратора у работника снимаются накопленные рейтинговые баллы доверия заказчиков (данная система была введена во избежание ложных вызовов и загрузки отдела технической поддержки).

Материалы и методы. Для визуализации бизнес-процесса была разработана диаграмма последовательности при помощи средств языка моделирования процессов Unified Modeling Language (UML) [1]. Диаграммы последовательности обычно используются разработчиками для отслеживания поведения нескольких объектов в рамках одного прецедента (рис. 1).

В данной диаграмме присутствуют три участника процесса: (Actor) – Заказчик, Фрилансер и Администратор (пользователи системы); два элемента класса-разграничителя (Boundary) – форма заказа и форма апелляции; элемент класса-контроллера (Control) – Система.

Астор – экземпляр участника процесса (роль на диаграмме прецедентов). Boundary – класс-разграничитель, используется для классов, отделяющих внутреннюю структуру системы от внешней среды (экранная форма, пользовательский интерфейс, устройство ввода-вывода). Control – класс-контроллер, активный элемент, который используются для выполнения некоторых операций над объектами (программный компонент, модуль, обработчик) [2].

В диаграмме описаны 10 сообщений, обозначенные стрелками, берущими начало в элементе, выполняющем действие, и приходящие в элемент, которому передается управление. Все сообщения пронумерованы по порядку.

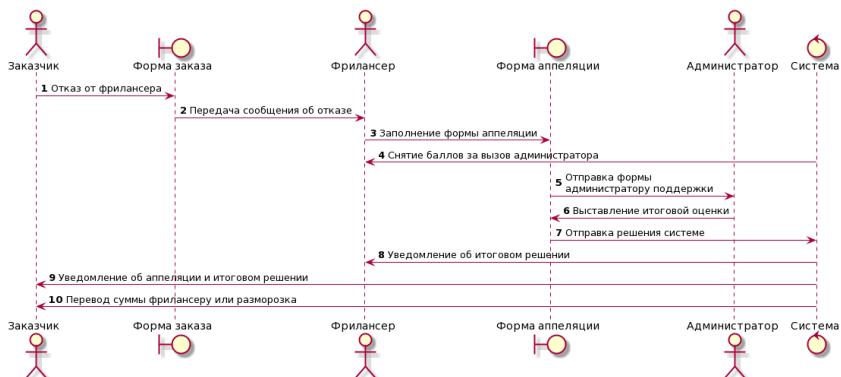


Рис. 1. Диаграмма последовательности

Также, для более подробного рассмотрения бизнес-процесса, была составлена диаграмма классов (рис. 2), которая описывает систему, визуализируя различные типы объектов внутри системы и виды статических связей, которые существуют между ними.

В данной диаграмме представлено 5 сущностей (Entity) – Апелляция, Заказ, Система, Фрилансер, Заказчик; один абстрактный класс (Abstract) – Пользователь; один элемент общего класса (Class) – Система. Блок каждой сущности разделен на три части. В верхней части описывается название класса и его тип, в средней части атрибуты класса, которые будут использоваться для проведения бизнес-процесса, а в нижней блоке функции, выполняемые классом для возможности выполнения данного бизнес-процесса [3].

В диаграмме представлено три вида связей между классами. Первый вид – наследование. Изображается полой стрелкой, проведенной между классами. Наследование (или обобщение) показывает, что один класс является подклассом другого, более общего класса. К примеру, класс Пользователь является обобщением классов Администратор, Заказчик и Фрилансер. Агрегация – разновидность ассоциации, при которой один объект является частью другого объекта как коллекция (ассоциация между объектами показывает, что один объект включает другой объект), обозначается полым ромбом. К примеру, класс Апелляция является частью класса Заказ. И отношение «один-ко-многим» чаще используется для изображения ER-диаграмм баз данных, изображается отрезком, имеющим с одной стороны тройное окончание [4].

Весь данный бизнес-процесс был описан более подробно в программе Ramus Educational. Процесс состоит из трех уровней. Диаграмма нулевого уровня представлена на рис. 3.

На данной диаграмме процесс – это помощь фрилансеру, входные данные: ТЗ заказчика, загруженные файлы выполненного задания, оценки заказчика, комментарий отказа, комментарий фрилансера к жалобе. Влияющими документами является ГОСТ 34.602.89 и ГОСТ 19.201-78, это требования к техническому заданию. Также требования информационной системы к формулировке ТЗ и сформированные скрипты системы оценки ошибок. Исполняющими лицами являются администратор поддержки фриланс-площадки и сам фрилансер. На выходе получаем разрешение конфликта [4].

Диаграмма первого уровня – рис. 4.

Разбили процесс на четыре подпроцесса: подача жалобы фрилансером, оценка выполненного задания и ТЗ, сравнение с действующей оценкой заказчика, выставление итоговой оценки, решение проблемы. Распределение нормативных документов, входных данных и исполнителей рис. 10 [5].

Рассмотрим процесс подачи жалобы фрилансером (рис. 5).

Это процесс второго уровня. Он делится на оценку выполненной работы и формирование несогласия с заказчиком, отсюда получаем решение на защиту работы; подача апелляции на сайте в течение пяти дней, получаем добавленную заявку в базу данных; заполнение бланка апелляции, получа-

МОЛОДЕЖНАЯ СЕКЦИЯ

ем сформированную заявку и снятие баллов за вызов администратора (данный пункт выполняет система). На выходе получаем отправленную заявку.

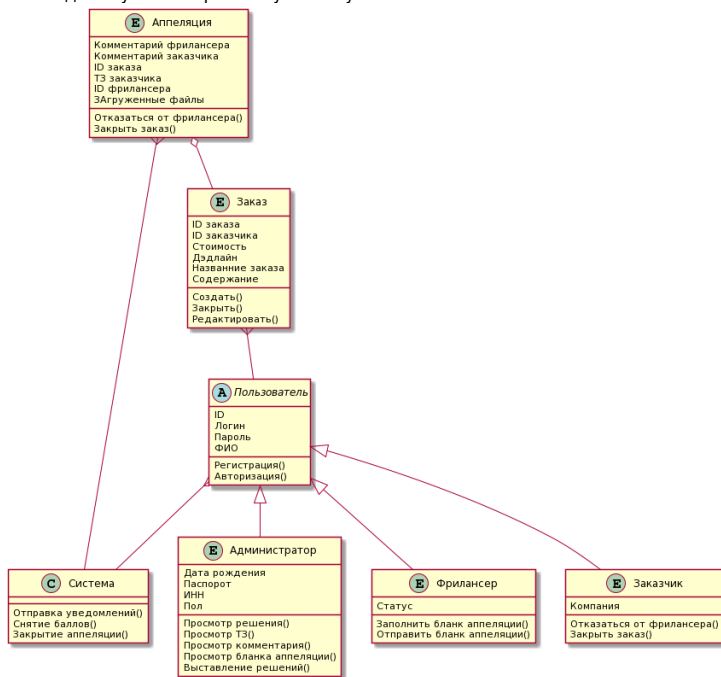


Рис. 2. Диаграмма классов бизнес-процесса

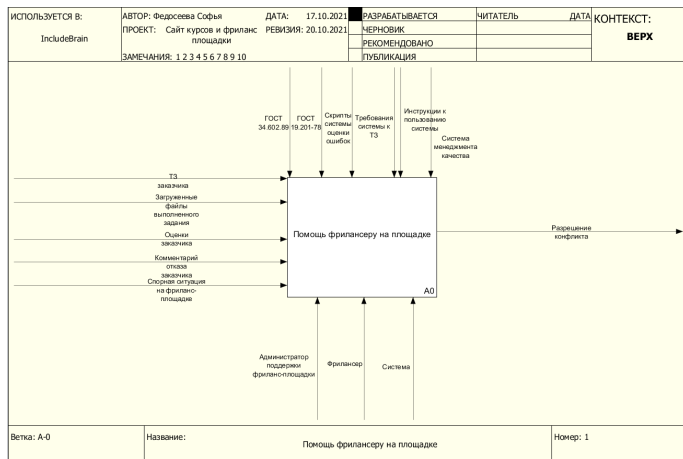


Рис. 3. Помощь фрилансеру (нулевой уровень)

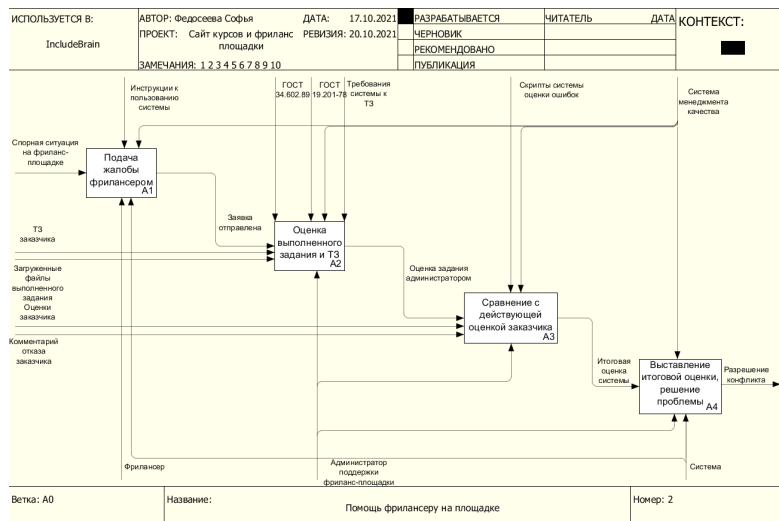


Рис. 4. Помощь фрилансеру на площадке (1 уровень)

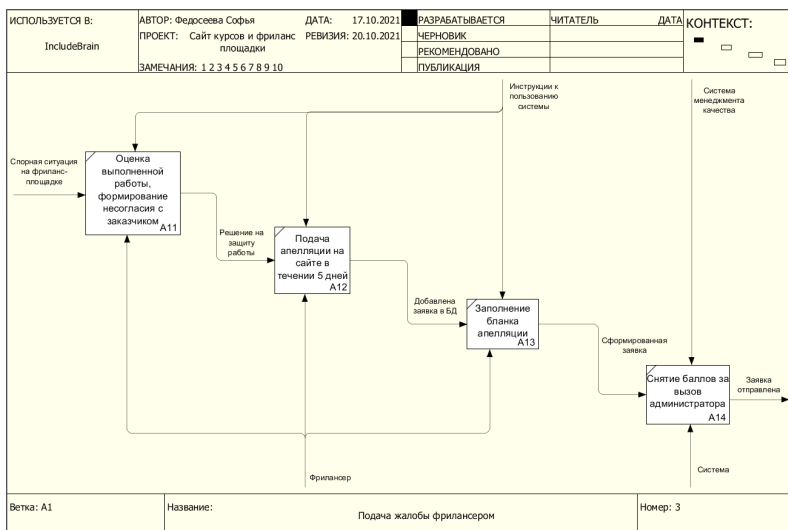


Рис. 5. Поддача жалобы фрилансером (2 уровень)

Процесс оценки выполненного задания и ТЗ (рис. 6). В начале происходит прием отправленной заявки. Заявку принимает администратор, который далее будет рассматривать данную проблему. Производится проверка корректности ТЗ заказчика, в соответствии с ГОСТами и требованиями системы. Далее проверяется правильность выполненной работы, выявляется наличие ошибок. Далее производится оценка соответствия данного задания ТЗ и формируется конечная оценка администратора.

МОЛОДЕЖНАЯ СЕКЦИЯ

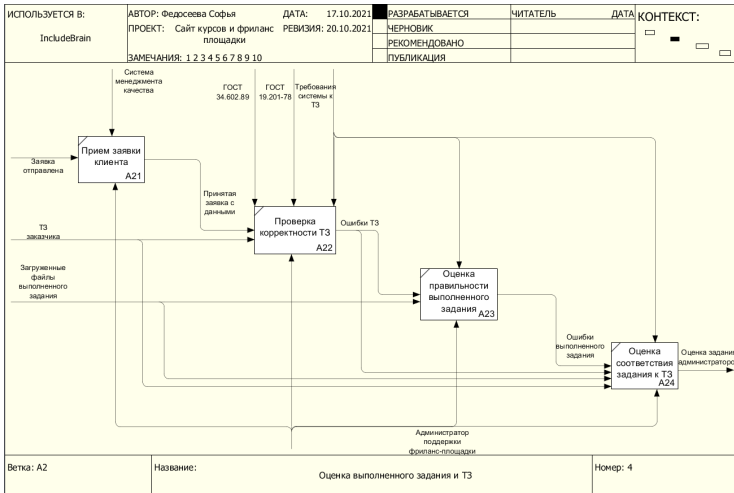


Рис. 6. Оценка выполненного задания и ТЗ (2 уровень)

Процесс сравнения с оценкой заказчика – рис. 7. Данный процесс разбивается на анализ комментария отказа заказчика и анализ оценок работ заказчиком; при помощи сформированной актуальности комментария и актуальности оценок происходит сравнение оценок заказчика с оценкой администратора и формируется итоговая оценка системы. Все эти действия проводятся администратором при помощи скриптов оценки ошибок.

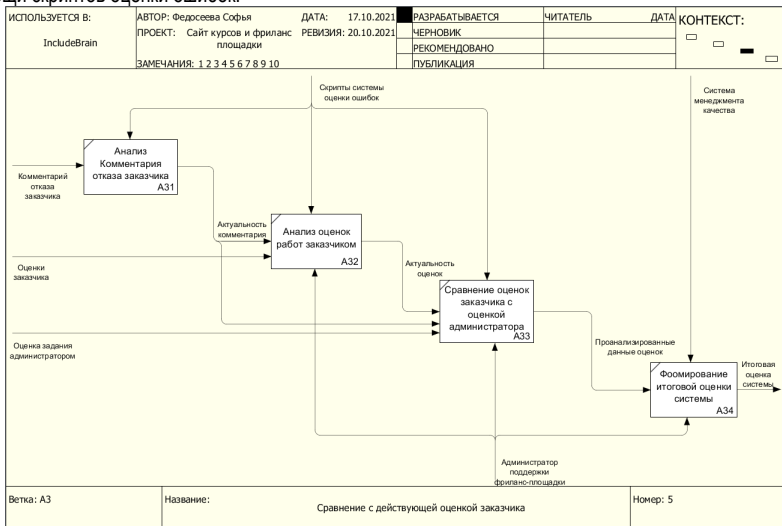


Рис. 7. Сравнение с действующей оценкой заказчика (2 уровень)

Процесс выставления итоговой оценки и решения пролемы показан рис. 8.

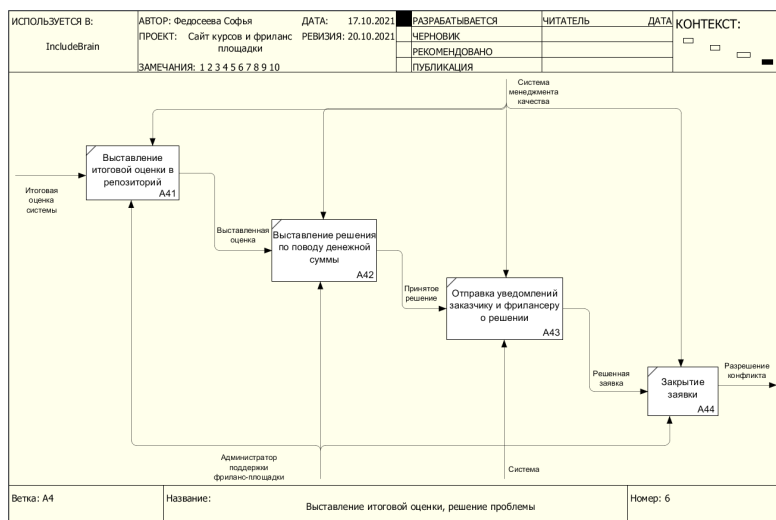


Рис. 8. Выставление итоговой оценки, решение проблемы (2 уровень)

Обсуждение. Итоговая оценка системы выставляется администратором поддержки фриланс-площадки, выводится решение по поводу распределения денежной суммы, если заказчик прав и задание выполнено не в полной мере, то сумма возвращается обратно на кошелек заказчика, если прав фрилансер и задание выполнено в полном объеме и соответственно требованиям, то замороженная сумма списывается с кошелька заказчика и переводится на кошелек фрилансера. Данный заказчик получает предупреждение о мотивах мошенничества, если заказчик накапливает три таких предупреждения, то производится блокировка аккаунта заказчика на месяц. О принятом решении отправляется уведомление фрилансеру и заказчику, и решенная заявка закрывается. Таким образом, получаем решенную проблему без издержек на выплату денежной суммы заказа непосредственно фрилансеру [6].

Заключение. Разработанная бизнес-модель уникальна и не имеет аналогов. Система в полной мере решает вопрос мошенничества как со стороны заказчика, так и со стороны фрилансера. Так как единственным надежным решением, которое могут принимать фрилансеры в настоящее время, это просьба о стопроцентной предоплате своей работы. Но мало заказчиков, которые согласятся на данные условия, так как угроза мошенничества возникает с обратной стороны.

Создание онлайн-биржи труда с данной системой защиты, либо ее внедрение на существующую биржу будет выгодным экономическим решением. Разработанные диаграммы непосредственно помогут программистам при создании данной системы.

Библиографический список

1. StarUML. URL: <https://staruml.io> (дата обращения: 05.01.2022).
2. ГОСТ 19.701-90 (ИСО 5807-85) Единая система программной документации (ЕСПД). Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения URL:<http://docs.cntd.ru/document/9041994> (дата обращения: 06.01.2022).
3. Автоматизация бизнес-процессов компаний в соответствии с концепцией CRM: коллективная монография / под. ред. Е. В. Буновой. М.: Перо, 2017. 134 с.
4. Барбара Шер. Работа твоей мечты. Как зарабатывать деньги, занимаясь любимым делом. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2016. 256 с.

5. Бычков А. Фриланс. Как зарабатывать больше, забыв про офис и дресс-код. К. – М.: АСТ, 2019. 320 с.

6. Анализ данных: учебник для вузов / В. С. Мхитарян [и др.]; под редакцией В. С. Мхитаряна. М.: Юрайт, 2020. 490 с. (Высшее образование).

УДК 658.6

С. Н. Федосеева

студент кафедры прикладной математики

Е. Е. Майоров

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

ОРГАНИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ КУРСОВ ИТ-ТЕХНОЛОГИЙ

Введение. В настоящее время, существует множество различных сайтов и приложений, предназначенных для обучения программированию. Ни для кого не секрет, что программирование в наше время преподносится не как сложная наука, требующая тонкого и грамотного изучения, а как обыденное времяпровождение, а самое главное – легкодоступный способ заработка, которому может научиться любой желающий. Сегодня, при помощи дистанционных курсов, программированием занимается все слои населения, разных возрастов. Но существует определенный возрастной контингент, особенно сильно желающих обучаться программированию, в основном это люди возраста 16–25 лет, зачастую студенты, которые надеются легко и быстро заработать, основываясь на слоганах «Программировать легко» и «Работа из дома».

В темпах развития информационных технологий – Informational Technologies (IT), в 2022 г. сохраняется уверенный рост. Об этом свидетельствуют результаты исследований ведущих аналитических компаний, таких как IDC, Gartner и TrendForce [1].

ИТ-рынок за годы пандемии не только не пошатнулся, но и, напротив, преуспел. Это стало возможным благодаря гибкости и специфике информационных продуктов. Поскольку практически весь мир перешел на удаленку, появились соответствующие сервисы и возобновилась поддержка старых.

Соответственно, создание информационной системы обучения ИТ-специальностям не только актуально и востребовано, но и довольно выгодно. Было предложено решение создания прототипа компании управления сайтом курсов под названием IncludeBrain. Далее в статье рассмотрим структуру данной компании.

Материалы и методы. В данной системе администрация сайта разбита на четыре отдела: отдел технической поддержки, отдел обучения, отдел копирайтинга и отдел маркетинга, каждый из которых выполняет свои функции [2].

Отдел технической поддержки. Данный отдел занимается всей технической поддержкой сайта. В свою очередь разделен на три отдела: отдел инновационных внедрений (ответственный – директор инновационных внедрений), отдел технической поддержки сайта (ответственный – директор технического отдела) и отдел технической поддержки пользователей (ответственный – директор технического отдела). Отдел инновационных внедрений занимается разработкой и внедрением инноваций на сайт. В данном отделе работают бизнес-аналитики и менеджеры по внедрению. Отдел технической поддержки сайта занимаются непосредственно разработкой готового продукта (данный продукт чаще всего разрабатывается для внедрения). В данном отделе работают фронтенд-разработчики, бэкэнд-разработчики и проектные менеджеры. Отдел технической поддержки пользователей оказывают помощь пользователям сайта. В данном отделе работают администраторы технической поддержки на сайте, администраторы колл-центра и администраторы принятия решений на фриланс площадке.

Отдел обучения. Данный отдел занимается составлением и аналитикой учебных программ. Ответственный отдела – директор учебного центра, его подчиненные – менеджеры учебных программ, которые отвечают за преподавателя, аналитика и ведущего-оператора программы (если такой требуется).

Отдел копирайтинга. Данный отдел занимается заполнением данных в поступающих заявках от других отделов и ведением новостного форума сайта. Ответственный отдела – глава отдела копирайтинга. В отделе работают: копирайтер новостного форума, копирайтер курсов и копирайтер социальных сетей.

Маркетинговый отдел. Данный отдел занимается продвижением площадки на рынке. Он состоит из отдела маркетинговых исследований (ответственный – глава отдела маркетинговых ис-

следований), отдела оценки курсов (ответственный – глава отдела оценки курсов), отдела ведения социальных сетей (ответственный – глава отдела ведения социальных сетей) и отдела продвижения (ответственный – глава отдела продвижения). Отдел маркетинговых исследований занимается анализом рынка и имеющихся пользователей, состоит из маркетологов-аналитиков и бизнес-аналитиков. Отдел оценки курсов занимается итоговой оценкой стоимости курсов, выставлением и редактированием цен, ценообразованием, формированием акций и скидков, состоит из специалистов по курсам и специалистов по оценке. Отдел ведения социальных сетей занимается ведением продвижением площадки в социальных сетях и поисковиках, состоит из SEO-специалистов (search engine optimization – поисковая оптимизация) и SMM-менеджеров (Social Media Marketing – общественный медиа-маркетинг). Отдел продвижения занимается составлением планов и идей по продвижению площадки, ведением проектов продвижения и контролем сроков, состоит из специалистов по продвижению и бизнес-аналитиков.

Составлена организационная структура предприятия IncludeBrain в программе ArisExpress (рис. 1).

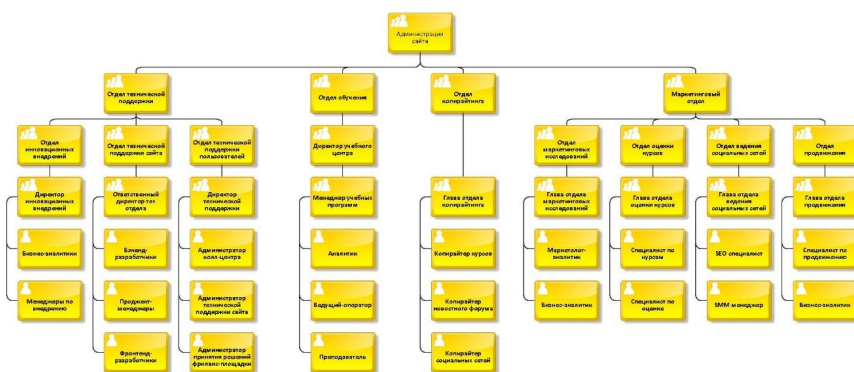


Рис. 1. Организационная структура сайта

Рассмотрим описание составленной Business Process Model and Notation (BPMN) диаграммы, показанной на рис. 2 [3].

Начнем с рассмотрения отдела обучения. Деятельность этого отдела начинается с необходимости создания нового курса на платформе. Для этого нужно проанализировать данные о существующих курсах на различных платформах, изучить различные программы обучения и сформировать собственную программу обучения. Далее, созданную программу нужно интерпретировать под нашу среду (разбить на главы, темы, задать названия, адаптировать практические задания и так далее). На этом работа отдела заканчивается, и документ с данными курса передается отделу технической поддержки и отделу копирайтинга.

Отдел технической поддержки работает в различных сферах, поэтому существует три основных процесса, работа которых начинается после выполнения определенного действия. Если пришел запрос на создания курса от отдела обучения, то разработчики создают форму курса для заполнения данными, делают отладку, тестируют ее и передают в отдел копирайтинга. Если пришел запрос на инновацию, т. е. запрос на внедрение какого-либо продукта, будь то усовершенствование определенной части сайта, изменение дизайна или внедрение готового курса, то отдел занимается анализом данных инновации, которые им предоставляются. Составляет конечное техническое задание (ТЗ) на инновацию, программируют среду и составляет план внедрения, декомпозируют задачи, планирует спринты и распределяют задачи. Далее, остается само внедрение, после которого получим готовый продукт. Если же пришел запрос в техническую поддержку от пользователей платформы (письмо, звонок или запрос

на оценку задачи на фриланс-площадке), то техническая поддержка обрабатывает запрос и завершает работу.

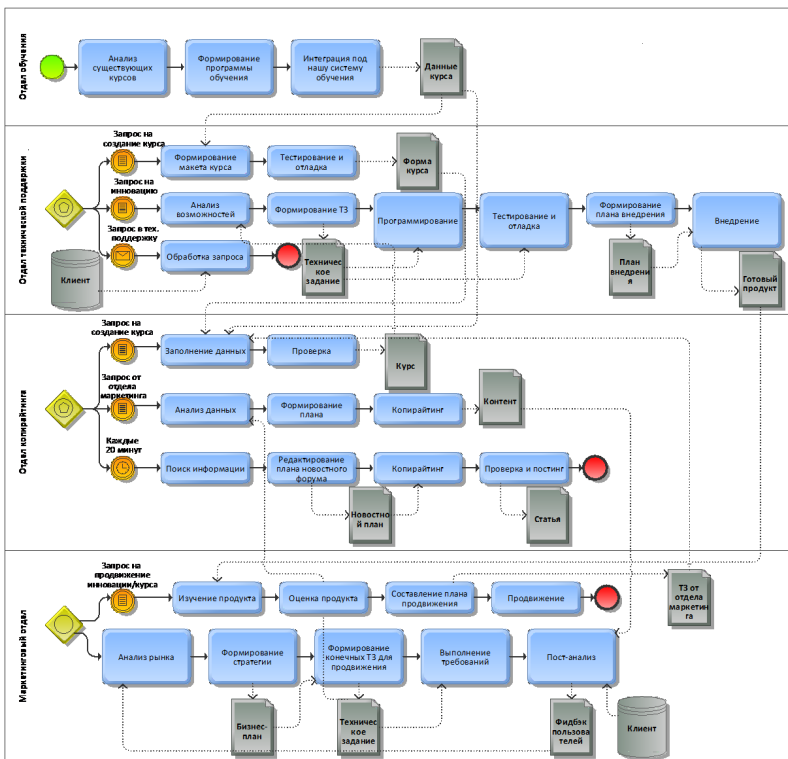


Рис. 2. BPMN диаграмма сайта

Отдел копирайтинга также начинает свою работу с определенных действий по трем потокам событий. Если в отдел копирайтинга приходит запрос на создание курса, то сотрудники вносят данные, полученные от отдела обучения по курсу в форму курса, созданную технической поддержкой. Все внесенные данные проверяются и курс отправляется в отдел технической поддержки для внедрения. Если в отдел пришел запрос от отдела маркетинга (это может быть написание поста, создание лонг-рида или написание текста сообщения рассылки), то сотрудники отдела изучают техническое задание, формируют планы написания заказа и занимаются копирайтингом. Готовый контент отправляется обратно в отдел маркетинга для постинга.

Также каждые 20 минут отдел должен заниматься постингом статей на новостном форуме. Данный процесс будет отслеживаться по формированию плана-календаря. Для начала проводят поиск информации для статьи, далее редактируется план новостного форума и, в соответствии с новым планом, идет составление и постинг статьи на форум. Маркетинговый отдел при запросе на продвижение внедренной инновации или курса, начинают свою работу с изучения продукта, предоставленного технической поддержкой, далее идет формирование цен на продукт, составление плана продвижения продукта и само продвижение. Также отдел регулярно занимается анализом рынка конкурентов, формирует или редактирует стратегию, составляет ТЗ для отдела копирайтинга на постинг в социальных

сетях, выполняет поставленные требования в сроки и занимается пост-анализом рынка и внедрений, собирает фидбэк от пользователей и опять занимается анализом рынка.

Была составлена data model для базы данных сайта – рис. 3 [4].

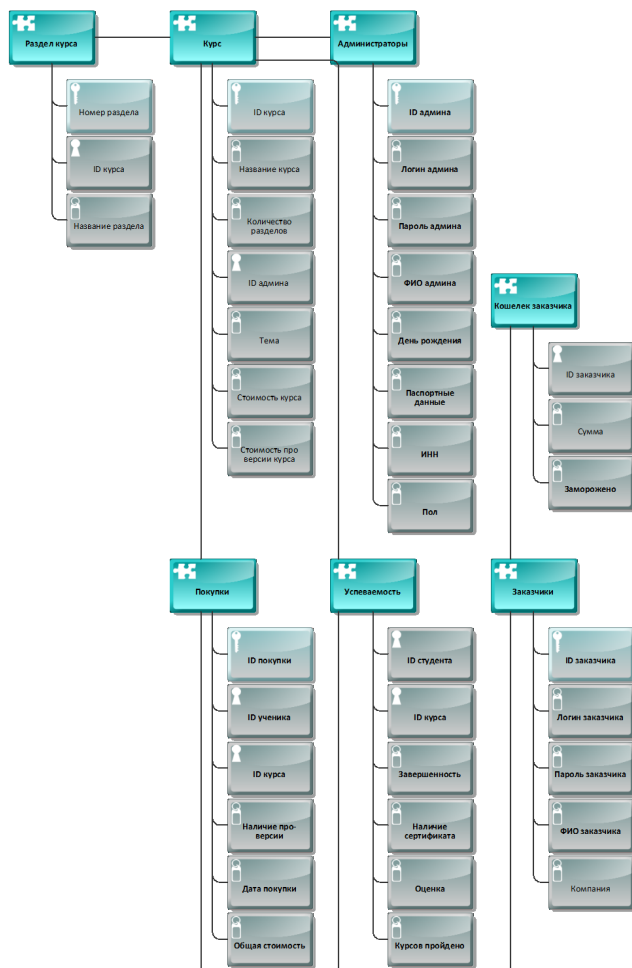


Рис. 3. Фрагмент Data-model базы данных сайта

На данном сайте, обязательно должна быть различная регистрация для учеников курсов и для заказчиков фриланс-площадки. Также имеет смысл рассматривать авторизацию на сайте администраторов сайта, для облегченного управления контентом на сайте и возможности доступа в свой личный кабинет.

Курсы на сайте платные. То есть, для каждого студента должна быть реализована возможность оплаты и покупки курса, а также, получения средств за выполненную работу на фриланс-площадке.

Для этого на сайте будет разработана система кошелька. В кошельке заказчиков должна быть возможность заморозки суммы заказа для защиты от мошенничества со сторон заказчиков. Должен вестись учет о продажах курсов.

Каждый курс состоит из разделов. По каждому курсу для каждого ученика должна вестись ведомость успеваемости, содержащая информацию о проценте прохождения курса, завершенности курса, количестве баллов и наличии сертификата. Количество баллов обосновано ведением на сайте балловой рейтинговой системы, необходимой заказчикам, она будет помогать выбрать студента, для исполнения заказа, в зависимости от уровня, выраженном в баллах.

Лаконичный интерфейс сайта, с описанной выше базой данных, будет полезен для комфортной автоматизированной работы администраторов и владельца сайта. Таким образом, в нашей базе данных должны быть реализованы следующие сущности:

- администраторы;
- ученики;
- заказчики;
- курсы;
- заказы;
- разделы курсов;
- кошельки.

И следующие таблицы-связи:

- успеваемость;
- взятые студентами заказы;
- покупки курсов.

Обсуждение. В ходе проектирования базы данных были описаны 11 сущностей, включающие в себя описание атрибутов [5].

Администраторы/Admins включает в себя: Id админа (число, ключевое поле); логин админа (текст); пароль админа (текст); ФИО админа (текст); дата рождения (дата); паспортные данные (текст); ИНН (текст); пол (м\ж) (текст).

Ученики/students включает в себя: Id ученика (число, ключевое поле); пароль ученика (текст); логин ученика (текст); статус(школьник\студент\работающий) (текст).

Заказчики/customers включает в себя: Id заказчика (число, ключевое поле) (число); логин заказчика (текст); пароль заказчика (текст); ФИО заказчика (текст); компания заказчика (текст).

Курсы/courses включает в себя: Id курса (число, ключевое поле); название курса (текст); количество разделов (число); ответственный админ (число, ссылка на внешний ключ); тема (программирование\смд\дизайн); стоимость курса (число); стоимость про-версии (число).

Заказы/orders включает в себя: Id заказа (число, ключевое поле); Id заказчика (число, ссылка на внешний ключ); название заказа (текст); цена заказа (число); крайний срок выполнения (дата).

Взятые заказы/taken orders включает в себя: Id заказа (число, ссылка на внешний ключ); Id студента (число, ссылка на внешний ключ); закрыт (да\нет) (логичное).

Покупки/purchase включает в себя: Id покупки (число, ключевое поле); Id ученика (число, ссылка на внешний ключ); Id курса (число, ссылка на внешний ключ); про-версия (да\нет) (число); дата покупки (дата); стоимость всего (число).

Раздел курса/section включает в себя: номер раздела (число, ключевое поле, комбинированное); Id курса-родителя (число, ключевое поле, комбинированное, ссылка на внешний ключ); название раздела (текст).

Успеваемость/progress включает в себя: Id ученика (число, ссылка на внешний ключ); Id курса (число, ссылка на внешний ключ); закончен (да\нет) (логичное); сертификат (да\нет) (логичное); баллы (число); пройдено разделов (число).

Кошелек студента/student purse включает в себя: Id студента (число, ссылка на внешний ключ); сумма (число).

Кошелек заказчика/customer purse включает в себя: Id заказчика (число, ссылка на внешний ключ); сумма (число); замороженная сумма (число) [6].

Заключение. Технологии масштабируются и продолжают развиваться. Увеличивается число лиц, заинтересованных в ИТ. Создание системы обучения различным ИТ-специальностям, предназначенной для разных уровней знаний в соответствующих сферах, поможет людям легче развиваться, осваивать востребованные специальности и обучаться в комфортной обстановке. Но за каждой информационной системой стоит организация, ответственная за нее. Без четко сформулированной стратегии и описания бизнес-процессов организации невозможно построить работающую развитую и приносящую прибыль компанию. Все описанные бизнес-процессы в данной статье помогут предпринимателям при проектировании собственной передовой системы онлайн-обучения.

Библиографический список

1. Уткина А. Развитие информационных технологий в 2022 году. Изд-во Troger, 2021. URL: <https://troger.ru/articles/tendencii-razvitiya-it-2022/>.
2. Григорьев М. В. Проектирование информационных систем: учеб. пособие для вузов / М. В. Григорьев, И. И. Григорьева. М.: Издательство Юрайт, 2018. 318 с.
3. Репин В., Елиферов В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. 544 с.
4. Джин Желязны. Говори на языке диаграмм. Пособие по визуальным коммуникациям. М.: Манн, Иванов и Фербер; Институт комплексных стратегических исследований, 2011. 304 с.
5. Илюшечкин В. М. Основы использования и проектирования баз данных: учебник для академического бакалавриата. М.: Юрайт, 2018. 213 с. (Серия: Бакалавр. Академический курс).
6. Полат Е. С., Петров А. Е. Концепция дистанционного обучения на базе компьютерных телекоммуникаций в России URL: <http://www.distant.ioso.ru/library/publication/concept.htm> (дата обращения: 17.12.2020).

УДК 550.388.8

И. А. Андреев

студент института фундаментальной подготовки и технологических инноваций

Г. Л. Плехоткина

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель

ПЕРВЫЕ ФОТОГРАФИИ ПОЛЯРНОГО СИЯНИЯ НА ПЛАНЕТАХ-ГИГАНТАХ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Первые фотографии полярного сияния на Юпитере. Юпитер – крупнейшая планета Солнечной системы, пятая по удаленности от Солнца. Наряду с Сатурном, Ураном и Нептуном, Юпитер классифицируется как газовый гигант. Эта планета является самой большой, также у нее самые крупные полярные сияния во всей Солнечной системе. Особенность полярных сияний Юпитера заключается в том, что они возникают не только из-за солнечного ветра, но и из-за потоков частиц, выбрасываемых спутниками планеты: Ио, Ганимедом и Европой (на этих спутниках тоже наблюдаются полярные сияния). Как известно, напряженность магнитного поля Юпитера примерно в 25 раз превышает магнитное поле Земли, поэтому полярное сияние на Юпитере намного лучше видно из космоса.

Юпитер, увиденный «глазами» американского зонда *Juno*, оказался не совсем таким, каким мы его себе представляли. Первые фотографии северного и южного полюсов планеты Юпитер поступили на Землю. Напомним, что снимки были сделаны в момент приближения зонда к планете 27 августа 2016 г. Аппарат прошел над Юпитером на скорости 208 тыс. км/ч относительно планеты, а минимальная высота составила 4200 км от верхней кромки ее облачности. На южном полюсе *Juno* снял полярное сияние в инфракрасном диапазоне волн (рис. 1).

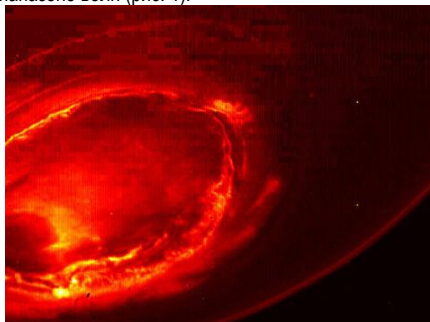


Рис. 1. Полярное сияние в инфракрасном диапазоне волн на Юпитере

Первые фотографии полярного сияния на Сатурне. Сатурн – шестая планета от Солнца, и вторая по размерам планета в Солнечной системе после Юпитера. Сатурн, а также Юпитер, Уран и Нептун, классифицируются как газовые планеты-гиганты. Сатурн назван в честь римского бога земледелия.

На Сатурне тоже имеются полярные сияния. Здесь «вулканически» активен Энцелад, южная полярная область которого активно извергает фонтаны водяного пара с частицами льда в окружающую спутник атмосферу. Эти выбросы достигают нескольких сотен километров и даже становятся частью кольца *E*, в котором вращается Энцелад. Благодаря возможности «Кассини» наблюдать объекты в видимом свете, ученые смогли выяснить цвета полярных сияний на Сатурне. В то время как аворы на Земле имеют зеленые цвета ближе к поверхности и красные наверху, камеры зонда показали, что полярные сияния на Сатурне имеют красные цвета ближе к центру планеты и фиолетовые – в верхних слоях атмосферы.

Особенно яркое полярное сияние (рис. 2) на Сатурне снято с близкого расстояния миссией «Кассини» 29 ноября 2010 г. Сияние уходит вниз от поверхности планеты на 1400 км.

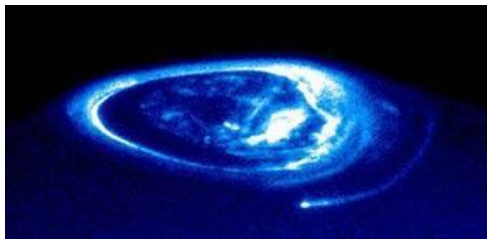


Рис. 2. Полярное сияние на Сатурне в ультрафиолетовых лучах

Полярное сияние на планете Земля. На нашей планете Земля так же существуют великолепные полярные сияния (рис. 3), которые мы можем увидеть либо в интернете на фотографиях, либо в определенных местах, отдаленных от города в северных и южных широтах нашей планеты.



Рис. 3. Полярное сияние на Земле

Итак, что такое полярное сияние? Полярное сияние – это свечение верхних разреженных слоев атмосферы, вызванное взаимодействием атомов и молекул с заряженными частицами больших энергий, вторгающимися в земную атмосферу из космоса. Человеческим языком и очень упрощенно это значит, что Солнце выбрасывает в космос миллионы тонн частиц, через 2–5 дней они долетают до верхних слоев атмосферы Земли, где азот и кислород начинают светиться от соприкосновения с частицами.

Для существования полярных сияний требуется:

1. Солнечный ветер, представляющий из себя поток заряженных частиц – протонов, электронов, ядер гелия и др.

У планет или их спутников:

2. Атмосфера, с атомами которой будет взаимодействовать солнечный ветер.

3. Магнитное поле, направляющее заряженные частицы в определенную область планеты (не обязательно в полярную, угол между магнитной осью и осью вращения планеты, может быть значительным.)

Смысл изучения полярных сияний. Ученые изучают полярные сияния разных планет для определения напряженности магнитного поля самой планеты, так как полярные сияния возникают как раз из-за магнитного поля планеты. Также с помощью астрономической программы Stellarium можно определить азимуты и высоты звезд, находящихся за излучением. Это позволяет, используя звезды в качестве опорных точек, рассчитать высоту и протяженность аврорального явления (полярного сияния). Ученые выяснили, что сияние происходит на высоте от 80 до 120 км. Данная часть атмосферы

раньше почти не изучалась – вести наблюдения за регионом, отделяющим электрически нейтральную часть атмосферы от ионосферы, крайне сложно.

Что будет с живым организмом и клетками, если они будут находиться в области магнитного поля. Ученые и врачи проводили опыты, во время которых в два металлических термостата, полностью экранирующих магнитное поле Земли, поместили бактерии. Причем в одном из термостатов под чашку с бактериями положили постоянный магнит с индукцией 10-12 мТл. Уже через сутки стали активно размножаться бактерии там, где был постоянный магнит. Бактерии в термостате, где не было постоянного магнита, а магнитное поле Земли экранировано, проявили активность лишь на седьмые сутки. Но это не означает, что магнитное поле хорошо влияет на организм человека. Так в клиниках, например, используются приборы индукцией до 50 мТл, кратковременно, на 10–30 минут. Конечно, сильное магнитное поле может дать быстрый обезболивающий эффект. Но при такой напряженности сосуды внутри наших органов увеличиваются в диаметре до 1,5 раз! Если в почках песок, он начнет выходить из почек. А если камушек большего диаметра? Он выйдет из почки и застрянет в мочеточнике. Авторы выяснили, что при такой напряженности магнитных аппликаторов при заболевании желчного пузыря или печени резко подсакивает давление! Может произойти даже самоаборт беременной женщины. На каждого пациента по-разному действует магнитное поле. Однако исследования показывают, что эффекта восстановления деятельности организма можно добиться при достаточно малой индукции магнитного поля (6–12 мТл), при соблюдении достаточности магнитного потока, воздействующего на все тело человека. Следовательно, напряженность играет роль, но главным при расчете магнитотерапевтических приборов является магнитный поток, действующий на тело пациента. Поэтому магнитные аппликаторы часто нужно просчитывать для каждого индивида, если хотите получить эффективность.

Жизнеспособность живого организма напрямую зависит от самого организма, над которым проводится эксперимент или лечение. То есть разные организмы по-разному реагируют на сильные магнитные потоки.

Библиографический список

1. Все про Юпитер. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AE%D0%BF%D0%B8%D1%82%D0%B5%D1%80> (дата обращения: 28.10.2021).
2. Все про Сатурн. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%BD> (дата обращения: 28.10.2021).
3. Все про полярные сияния. URL: <https://www.skyscanner.ru/news/10-luchshikh-mest-gde-mozhno-videt-severnoe-siyanie-v-rossii-i-za-granitsei> (дата обращения: 28.10.21).
4. Полярные сияния на разных планетах. URL: <https://habr.com/ru/post/479162/> (дата обращения: 28.10.2021).
5. Полярное сияние на Сатурне. URL: <https://www.nkj.ru/open/34358/> (дата обращения: 10.11.2021).
6. Первая фотография полярного сияния на Юпитере. URL <https://www.mk.ru/science/2016/09/05/pervye-fotografii-s-zonda-juno-severnyu-polyusy-yupitera-okazalsya-golubym.html> (дата обращения: 10.11.2021).
7. Фотография полярного сияния на Земле. URL: [https://www.russiadiscovery.ru/assets/713e91d4/upload/files/files/Severnoe_siyanie_v_Rossii_9_1\(1\).jpg](https://www.russiadiscovery.ru/assets/713e91d4/upload/files/files/Severnoe_siyanie_v_Rossii_9_1(1).jpg) (дата обращения: 10.11.2021).
8. Смысл изучения полярного сияния. URL: <https://ria.ru/20200129/1564026471.html> (дата обращения: 10.11.2021).
9. Магнитное поле и его влияние на человека. URL: https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/32/062/32062252.pdf (дата обращения 10.11.2021).

УДК 006.85

С. А. Бамулаевастудент кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий
и промышленной безопасности**Т. П. Мишура**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

КООРДИНАТНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И ИХ РОЛЬ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

В данной статье дано общее представление о важности измерительных процессов с использованием координатно-измерительных машин (КИМ), об обработке данных линейных величин, полученных в результате измерения и их корректировки. Актуальность данной статьи связана с тем, что в последнее время использование на производстве координатно-измерительных машин позволяет оперативно измерять геометрические параметры простых и сложных деталей, включая те детали, измерение которых традиционными способами требует дорогостоящей специальной оснастки или измерение которых невозможно вообще.

В настоящее время современные интеллектуальные технологии вносят улучшения в управление производством, в процесс ликвидации отходов. Кроме того, увеличиваются инвестиции в исследования и разработки.

Производственные процессы индивидуализированных продуктов в промышленных условиях подвержены воздействию нескольких факторов, которые влияют на технические характеристики, вынуждая к постоянным корректировкам деталей и средств управления производством. Эти факторы необходимо учитывать, чтобы избежать брак конечного продукта.

Внедрение цифровых технологий в промышленность и производство сложных технических компонентов позволяют сократить время разработки, вывести на рынок новые продукты и улучшить управление короткими жизненными циклами продукции.

Индустрия, основанная на новых концепциях «умных фабрик», где все машины соединены в сеть, позволяет выполнять операции в режиме реального времени, принимая за отправную точку мгновенно полученные и обработанные данные.

Важнейшую роль играет метрологическое обеспечение. Оно необходимо для контроля производственных процессов и проверки технических характеристик. Метрология представляет собой одну из наук, имеющую наибольшую применимость в научной и промышленной среде, является мощной опорой для научно-технического развития.

КИМ – устройства, воссоздающие в цифровом виде геометрию физических объектов путем измерения с помощью зондирования дискретных точек на их поверхности. В КИМ используются различные типы зондов: механические, оптические, лазерные и структурированного света. Положение зонда может контролироваться оператором вручную или с помощью компьютера. КИМ определяет положение зонда по его смещению от референтной позиции в трехмерной декартовой системе координат. В дополнение к перемещению зонда вдоль осей X, Y и Z многие машины позволяют регулировать угол зонда для измерения участков, которые в противном случае были бы недоступны.

Данные машины обычно используют для исключения сложных и трудоемких измерений с помощью традиционных одноосных устройств, таких как штангенциркули, микрометры и измерители высоты. С их помощью производится измерение сложных деталей, после чего данные могут быть сохранены для последующего или немедленного использования.

КИМ играют ведущую роль во многих отраслях промышленности таких как аэрокосмическая, автомобильная и электрическая, и являются оборудованием, которое идеально соответствует новым тенденциям индустрии.

Интеграция КИМ в производственные процессы обеспечивает более быстрые результаты измерений и способствует их ускоренной обработке [1]. Сокращение времени выполнения заказа происходит из-за того, что исключается время перемещения деталей между производственными точками и контрольными лабораториями, поскольку для размещения деталей на КИМ используются роботы (рис. 1), а процессы измерения оптимизированы.



Рис. 1. Совместная работа робота и КИМ

Как только проект и технический чертёж со всеми геометрическими характеристиками детали завершены, все размеры отправляются на производство, и с помощью автоматической производственной машины изготавливается реальная деталь. Затем деталь отправляется на контроль в КИМ (рис. 2).

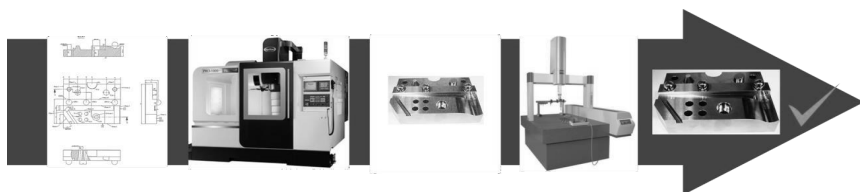


Рис. 2. Производственный и контрольный процесс

Благодаря аккредитованной калибровке координатно-измерительных машин обеспечивается точность и прослеживаемость измерений. Данный тип метрологического оборудования надежен, позволяет получить погрешности измерений [3], которые покрывают точность измерения, выполняемых другим способом (рис. 3)

Coordinate Measuring Machine Sensors

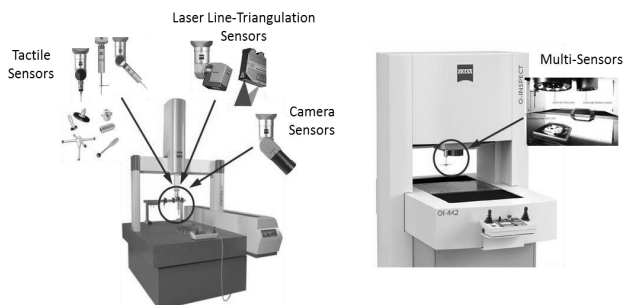


Рис. 3. Многодатчиковые реализации в КИМ

В настоящий момент для работы КИМ с автоматическими производственными машинами все еще требуется присутствие и контроль оператора. Однако данная система использует информационные технологии, которые способствуют быстрым и легким проверкам с получением большого объема

данных. Взаимодействие всего производственного процесса (рис. 4) облегчает работу и обеспечивает соответствие требованиям. Все размерные и геометрические характеристики технического чертежа детали передаются на автоматическую производственную машину, которая запускает цикл изготовления детали. Она помещается в КИМ с помощью средств автоматизации (роботов). Затем происходит процесс измерения.

Принцип работы КИМ основан на измерении движения щупа относительно контролируемых объектов по трем пространственным осям X, Y, Z [4]. Математический подсчет измеренных точек осуществляется в цифровом виде. Поскольку при измерении некоторых линейных и угловых величин размер может быть получен только путем расчетов, используется ЭВМ в сочетании с КИМ. Результат предоставляется в виде протоколов и графиков. На компьютерах и периферийных устройствах (мониторах, принтерах и т. д.) реализуются наиболее трудоемкие процессы измерения детали сложной пространственной формы: расчет, установка деталей и щупов, исследования, связанные с правилами, подготовка протоколов. На КИМ деталь можно измерить в любой из трех прямоугольных систем координат: в станке, соответственно осям, по которым перемещается щуп; в нормальной системе, соответствующей осям детали (деталь во время установки часто смещается вдоль трех осей КИМ); во вспомогательной, которая может быть смещена вдоль трех осей нормальной системы (эта система используется для измерения размеров на наклонных поверхностях детали). Благодаря использованию компьютера в КИМ, пересчет из одной системы в другую происходит автоматически, без вмешательства человека.

Основными конструктивными элементами КИМ являются:

- механическая часть, обеспечивающая установку и перемещение контролируемой части относительно системы ошупывания или наоборот, системы ошупывания относительно любой точки статора;
- щуповая система определяет координаты, измеренные путем касания щупами точек объекта;
- измерительная часть, которая измеряет координаты, измеренные при перемещении стола или системы щупов вдоль каждой оси координатно-измерительной машины;
- система управления приводом и перемещением подвижных органов в КИМ и системе ошупывания;
- система обработки результатов измерений.

Заключительной стадией является формирование отчета о результатах измерений. Анализ и обработка этих данных доступны на производстве, что позволяет при необходимости автоматически ввести корректировки в автоматическую производственную машину. Все сгенерированные данные хранятся на серверах для дальнейшей оценки и консультаций. Эти данные доступны всем заинтересованным сторонам.

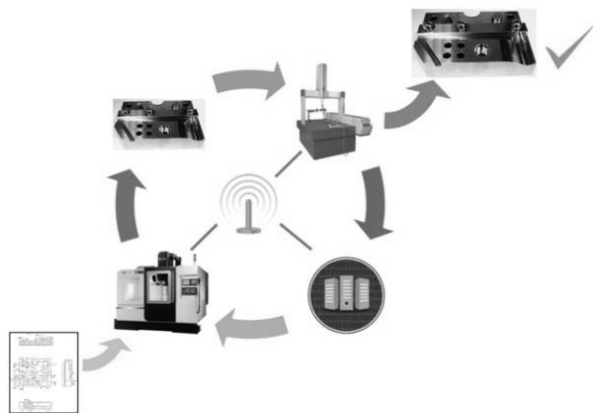


Рис. 4. Производственный и контрольный процесс

КИМ фактически являются важным инструментом для контроля качества размерных и геометрических характеристик технических компонентов. Это оборудование позволяет контролировать производственный процесс, измерять детали, сохранять данные большого объема и отправлять их для моделирования. Также позволяет управлять автономными машинами и обеспечивает интеграцию всех систем. Перечисленные качества КИМ [5] позволяют контролировать стабильность и высокую производительность промышленного производства, облегчает взаимодействие всего производственного процесса, оптимизируя существующие ресурсы в компании.

Исследования в области метрологии не стоят на месте. Каждое новое технологическое усовершенствование основано на реальных потребностях экспертов по контролю качества, которые сталкиваются со все более строгими требованиями потребителя и должны полагаться на полностью готовые к работе контрольно-измерительные машины и 3D-сканеры.

Библиографический список

1. Dietrich I, Jürgen B, Michael H, Karin K, Eberhard M, Martin P, Robert S, Jochen S and Klaus Dieter S. 2016 Challenges and trends in manufacturing measurement technology – the “Industrie 4.0” concept. URL:<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1044/1/012065> (дата обращения: 12.09.2021).
2. Касаткин Р. Краткий справочник по высокоточным средствам измерений // Mitutoyo. Координатно-измерительные машины-2020. С. 44–45.
3. Зубарев Ю. М., Косаревский С. В., Ревин Н. Н. Автоматизация координатных измерений: учеб. пособие. СПб.: Изд-во ПИМаш, 2011. 160 с.: ил.
4. Чапала О. В. Координатно-измерительные машины и их применение // Научно-методический журнал. Рязанский государственный радиотехнический ун-т. 2016. № 57-4.
5. Ву Робин. Все, что нужно знать о координатно-измерительной машине. Категория: Блог-2020. URL:<https://ru.rocheindustry.com/coordinate-measuring-machine/> (дата обращения: 13.09.2021).

УДК 52-423

Е. А. Боева

студент кафедры физики

Г. Л. Плехоткина

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель.

ГРАВИТАЦИОННОЕ ШОССЕ

Космос начали осваивать в прошлом веке. В 1961 г/ произошел первый полет на околоземную орбиту с человеком на борту, а через пару лет была осуществлена серия программ Apollo. Если человек может летать на Луну, то можно путешествовать и к другим небесным объектам. Но как? Главной проблемой таких перемещений является выработка лучшего маршрута и минимальное число включений и выключений ракетного двигателя (т. е. экономия топлива).

Чтобы начать движение в космосе нужно придерживаться основных правил небесной механики (законов Кеплера) и закона всемирного тяготения Ньютона.

В конце прошлого века нашли способ путешествий в космическом пространстве практически без топлива (по инерции). Такой способ называется Interplanetary Superhighway (межпланетное шоссе). Например, перемещение между двумя объектами в Солнечной системе требует применения Траектория Гоманна [1] (рис. 1).



Рис. 1. Траектория Гоманна

Для беспрепятственного проникновения на «гравитационное шоссе» необходимо пересечь точки Лагранжа. Они названы так в честь французского математика Жозефа Луи Лагранжа (1736–1813) [3], в 1772 г. он описал два решения задачи о трех телах и, тем самым, продолжил исследования Эйлера (рис. 3). Хотя пять точек названы в честь Лагранжа, первые три рассчитал Эйлер, и только затем Лагранж обнаружил еще две. Но что это за точки? Когда мы рассматриваем гравитационные взаимодействия двух массивных объектов (Земля и Солнце; Земля и Луна и т. д.) вокруг них есть пять точек, где гравитационные силы идеально уравновешены. В таких точках можно расположить легкий искусственный спутник и удерживать его в этом положении будет совсем не сложно.

Самая известная точка Лагранжа L1 – это точка равновесия между силами притяжения двух объектов. L2 – на одной линии с небесными телами за телом с меньшей массой. Почему тогда совместная гравитация двух объектов не заставляет падать третий на объект с меньшей массой? Тут важно учесть орбиты планет. К примеру, возьмем систему Солнце–Земля–Спутник. Земля вращается вокруг Солнца, а спутник в точке L2 находится на более далекой орбите и должен отставать от Земли, так

как его скорость обращения вокруг Солнца меньше. Однако гравитация Земли тянет его за собой, удерживая его в стабильном положении. Точка L3 находится в противоположной стороне от L2. Но и здесь силы двух объектов уравновешены так, что третий сохраняет орбитальную скорость. Есть еще две точки – L4 и L5. Они лежат на одной орбите с объектом меньшей массы впереди и позади него на 60 градусов.

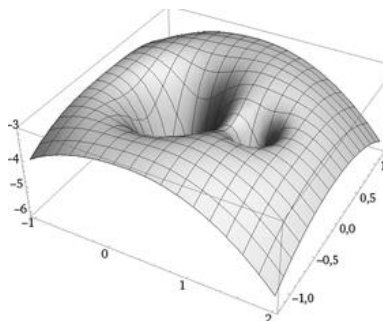


Рис. 2. Поверхность гравитационного ландшафта (гравитационные колодцы)

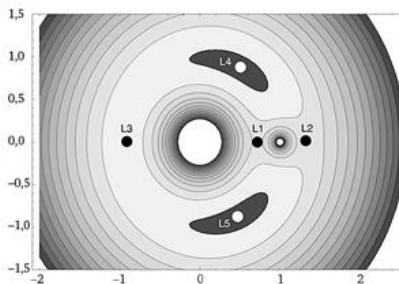


Рис. 3. Точки Лагранжа в системе двух тел

Важно отметить, что в первых трех точках Лагранжа равновесие неустойчиво: первоначальное небольшое возмущение со временем многократно увеличивается, происходит смещение. Поэтому такому объекту нужен двигатель для его коррекции. В этих точках не бывает естественных космических объектов. А вот точки L4 и L5 статичны: ближайšie к ним горизонталы замкнуты и целиком располагаются вблизи точки равновесия. Например, в L4 и L5 Юпитера есть астероиды «троянцы» и «ахейцы».

Что может повлиять на космическое путешествие? Точки Лагранжа, находящиеся в пространстве, всегда следуют за менее массивным объектом из-за гравитации и это создает удобный гравитационный ландшафт (рис. 2) по всей Солнечной системе. Другими словами, распределение гравитации меняется со временем. Еще одна особенность состоит в том, что математически это многомерный ландшафт, поскольку скорости тел здесь не менее важны, чем их положения в пространстве среди массивных тел. Третья особенность – хаос, можно воспользоваться «эффектом бабочки» и получить серьезный результат от небольшого воздействия.

В конце 1960-х гг. Ч. Конли и Р. Макгихи, американские математики из университета в Мэдисоне определили, что траектория гравитационного ландшафта окружена совокупностью невидимых «трубок» (рис. 4), вложенных одна в другую. Каждая трубка соответствует конкретному значению скорости космического объекта. На поверхности любой конкретной трубки полная энергия постоянна. М. Деллиц открыл естественную систему трубок, связывающих Юпитер с каждой из внутренних планет. Самая массивная планета Солнечной системы – Юпитер, может считаться главной пересадочной станцией в межпланетных перелетах.

Второй пример, связанный с трубками касается кометы Отерма – небесного тела, имеющего странную траекторию (рис. 4). Сто лет назад орбита кометы Ортемы располагалась далеко за пределами орбиты Юпитера. После сближения с Юпитером, орбита кометы переместилась внутрь орбиты планеты. Затем комета вновь перешла на внешнюю орбиту. Таким образом, Ортема каждые несколько десятков лет меняет внутреннюю орбиту на внешнюю и обратно.

Орбита Ортемы лежит внутри двух трубок (рис. 5), которые встречаются возле Юпитера. Одна из трубок внутри орбиты Юпитера, другая – снаружи. Проходя через развилку (рис. 6), комета может переключиться с одной трубки на другую или не переключаться, в зависимости от хаотических эффектов юпитерианского и солнечного тяготения. Однако, попав в одну из трубок, комета оказывается за-

перта в ней до тех пор, пока вновь не вернется к развилке. Поэтому Ортема пользуется некоторой, хотя и небольшой, свободой выбора траектория движения.

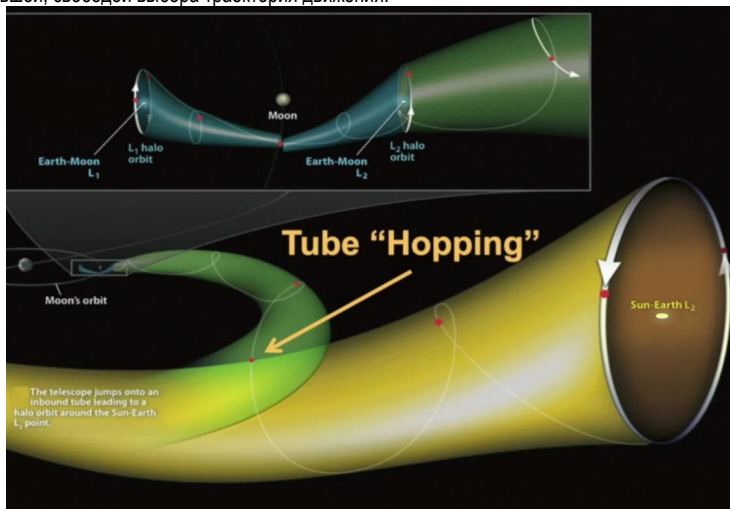


Рис. 4. Совокупность трубок

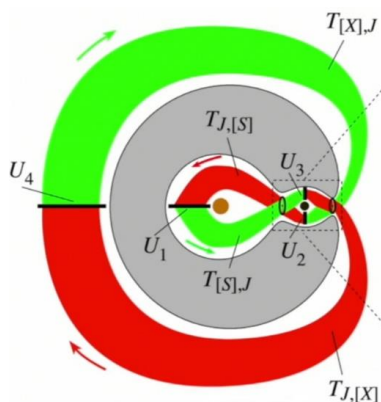


Рис. 5. Система трубок для Отермы

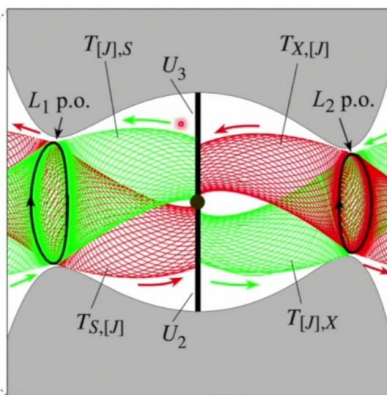


Рис. 6. Зона переключения в более крупном масштабе в системе трубок для Ортемы

Что же происходит на межпланетных «шоссе»? Космический аппарат перемещается по математическому ландшафту. Трубки и их развилки – особые черты гравитационного ландшафта Солнечной системы. Гравитационные поля Солнца, планет и других тел обеспечивают потенциальную энергию движущегося тела. Кинетической энергии соответствует скорость аппарата. У космического объекта, имеющего двигатель, последний является дополнительным источником энергии, который можно произвольно включать и выключать. Траектория космического аппарата представляет собой своего рода горизонталь, вдоль которой его полная энергия остается постоянной. Отсюда следует, что в кос-

мическом путешествии появляется дополнительная возможность получать энергию и регулировать движение в пространстве.

Библиографический список

1. Calculating the Cosmos: How Mathematics Unveils the Universe / Ian Stewart: Joat Enterprises, 2016. 360 p.
2. Take a Ride on the Interplanetary Superhighway. URL: <https://m.youtube.com/watch?v=1-6Str9V26g> (дата обращения: 16.10.2018).
3. What Are The Lagrange Points? Finding Stable Points in Space. URL: [<https://m.youtube.com/watch?v=foyJzvpeaBE&t=0s>] (дата обращения: 26.08.2016).
4. Interplanetary Transport Network: Fast Transport in the Solar System | Interplanetary Superhighway. URL: <https://m.youtube.com/watch?v=fV0kUmtQWZU&feature=youtu.be> (дата обращения: 06.08.2020).
5. Chaos: The Science of the Butterfly Effect. URL: <https://m.youtube.com/watch?v=fDek6cYijxl> (дата обращения: 06.12.2019).

УДК 52-852

А. А. Ковadlo

студент кафедры прикладной математики и физики

Г. Л. Плехоткина

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель

НЕОБЫЧНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ НА СЕВЕРНОМ ПОЛЮСЕ САТУРНА

На примере аппарата «Кассини» мы можем понять все трудности исследования газовых гигантов, так как только для разгона до нужной скорости использовали гравитационное поле трех планет. Он два раза пролетел рядом с Венерой – в 1998 и 1999 г. Затем в августе 1999 г. со скоростью 69 тыс. км/ч (примерно 19 км/с) прошел около Земли. Зимой 2000 г. пролетел мимо Юпитера, передав на Землю его фотографии. На этот момент система ориентации стала давать сбои, однако через некоторое время все наладилось. А к Сатурну станция прибыла только 30 июня 2004 г.

«Шестиугольник» Сатурна ученые называют струйным течением. Это такие узкие потоки воздуха, перемещающиеся с большой скоростью, которые могут возникать в атмосферах планет. Также они бывают и на нашей планете (рис. 1).

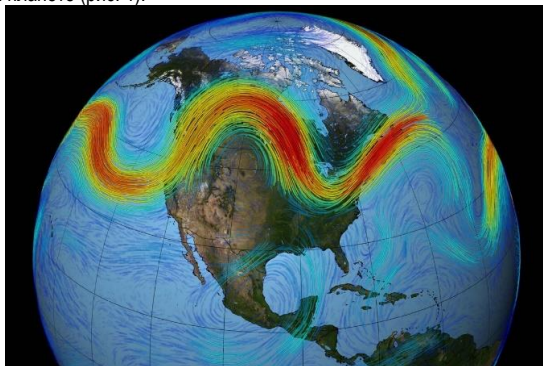


Рис. 1. Изображение северного полярного струйного течения на Земле.

Обратим внимание на повторяющуюся извивающуюся структуру, эти зигзаги – волны Россби. Одно из исследований на тему формирования «шестиугольника» объясняет его как раз волнами Россби. Считается, что полярные струйные течения на Земле формируются из-за разницы температур и давления в полярных и более южных областях, а также вращением планеты, конкретно, силы Кореолиса. В теории такой поток мог опоясывать землю равномерной волнистой линией, но из-за меняющегося рельефа поток изменяется и иногда сегментируется, все же отдаленно струйные течения на Земле напоминают то, что мы видим на Сатурне, только в случае с Землей мы имеем другую форму и отсутствие симметрии. Атмосферы и на Земле, и на Сатурне подчиняются одним и тем же законам, но условия на планетах отличаются разительно. Так как земля в 10 раз ближе к Солнцу чем Сатурн, то она получает в 100 раз больше энергии, и перепады в количестве энергии днем и ночью гораздо существеннее, чем на Сатурне, кроме того поверхность нашей планеты не однородна – земля, вода, лед снег – все это нагревается и остывает с разной скоростью, также атмосфера Земли намного тоньше и горы, которые врезаются в нее влияют на потоки воздуха. Поэтому на Земле не может образоваться таких симметричных образований. Сатурн не имеет твердой поверхности в обычном понимании, и сама планета более однородная, она получает намного меньше энергии, перепады между днем и ночью не такие существенные, таким образом, в атмосфере ничего не мешает образовываться стабильным симметричным структурам [1].

Впервые «шестиугольник» на северном полюсе был обнаружен еще в начале 80-х аппаратами миссии Вояджер, которые пролетали мимо Сатурна, но тогда угол наблюдения был таковым, что не позволял снять это явление целиком.

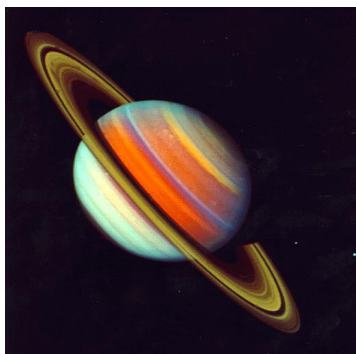


Рис. 2. Изображение Сатурна, снятое аппаратом "Вояджер 2" 18 января 1998 г.



Рис. 3. Изображение Сатурна, снятое аппаратом "Вояджер 2" 25 августа 1981 г.

Данных о гексагоне было немного и большого количества исследований не последовало. Однако в начале 90-х, после запуска телескопа им. Хаббла с помощью его наблюдений появились некоторые новые данные о «шестиугольнике» [2].

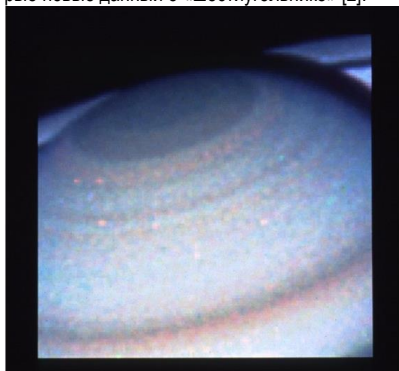


Рис. 4. Изображение северного полюса Сатурна, снятое космическим телескопом Хаббла 20 ноября 1990 г.

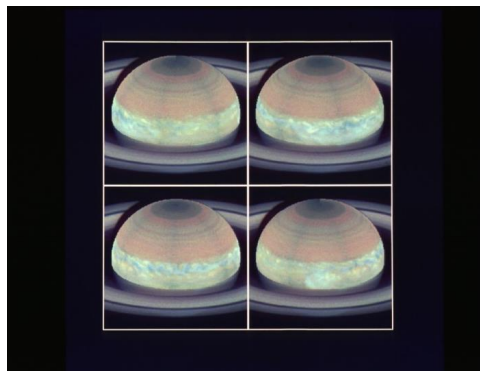


Рис. 5. Изображение системы штормов Сатурна, снятое космическим телескопом Хаббла 17 января 1991 г.

На рис. 6 приведен график зависимости количества исследований гексагона от времени, откуда следует, что в двухтысячных годах происходит резкий скачок количества научных работ, а связано это с тем, что в 1997 г. запущен и в 2004 вышел на орбиту Сатурна аппарат «Кассини». Однако почему мы видим скачок не в период, когда «Кассини» добрался до орбиты Сатурна, а лишь в следующие годы? Аппарат прибыл в систему Сатурна, когда на планете была северная зима, северный полюс и «шестиугольник» были в тени, там царилась ночь (рис. 7). Так как Сатурн расположен примерно в 10 раз дальше от Солнца, чем Земля, год на Сатурне равен 29 земным годам, а значит один сезон длится больше 7 лет [3].

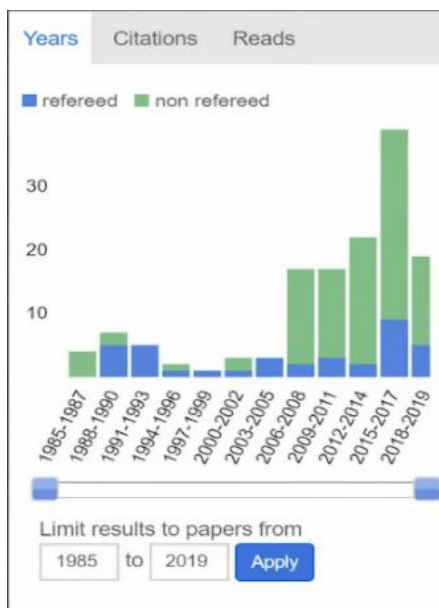


Рис. 6. График зависимости количества исследований от времени

Первые снимки гексагона «Кассини» сделал только через 2 года после прибытия в систему Сатурна в 2006 г., но и тогда там была зима, поэтому первые наблюдения аппарат провел в ИК-диапазоне, что позволило увидеть «шестиугольник» даже в темной части Сатурна (рис. 8).



Рис. 7. Изображение Сатурна космическим аппаратом Кассини 17 декабря 2004 г.

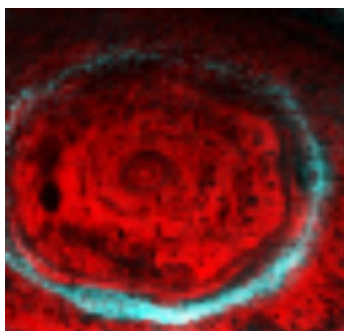


Рис. 8. Изображение, полученное с помощью инструмента VIMS (visible and infrared mapping spectrometer) визуального и ИК спектрометра 29 октября 2006 г. с расстояния в 900 тыс. км

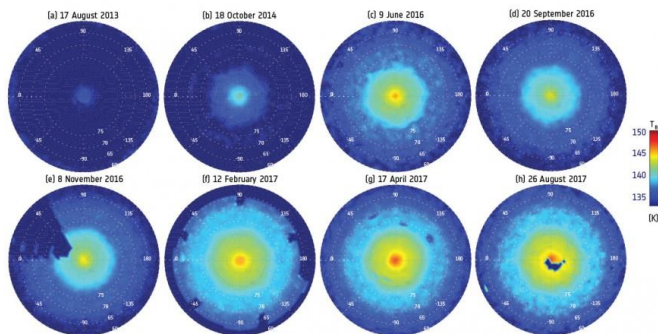


Рис. 9. Карта изменения яркости стратосферного «шестиугольника» с 2013 до 2017 гг.

И только через 5 лет после прибытия «Кассини» в северном полушарии наконец наступила весна и «Кассини» стал наблюдать «шестиугольник» своими главными камерами, а именно инструментом ISS (imagine science subsystem). Размеры гексагона по истине огромны, длина каждой из его сторон составляет примерно 14500 км, что больше диаметра нашей планеты, а в поперечнике гексагон немножко меньше 30000 км, т. е. туда от края до края поместятся 2 Земли и еще останется место, чтобы расположить луну. «Шестиугольник» находится в облаках планеты, однако совсем недавно, в 2018 г. вышло исследование, в котором говорится об обнаружении «шестиугольника» в стратосфере планеты (рис. 9), над облаками и над тем «шестиугольником», что мы видим на фотографиях, он поднимется на высоту до 300 км. Либо это единая структура и «шестиугольник» не ограничивается облаками, а поднимается высоко в стратосферу, либо это две отдельно сформировавшиеся структуры – одна в облаках, другая высоко в стратосфере. «Шестиугольник» в стратосфере обнаружили лишь недавно, потому что в инфракрасном диапазоне гексагон в облаках было видно много лет, а чуть позже и в видимом диапазоне, но на таких высотах все еще было слишком холодно даже для инфракрасных наблюдений. И только с наступлением лета в северном полушарии его стало видно в ИК-диапазоне [4].

Также с 2013 по 2017 г. на планете мы можем наблюдать изменение цвета «шестиугольника», которое ученые связывают со сменой времен года. С наступлением лета в северном полушарии на него стало попадать больше солнечного света, а вещества, чувствительные к солнечному свету, реагируют на него, и в результате химических реакций происходит изменение цвета поверхности планеты в районе «шестиугольника» (рис. 10).

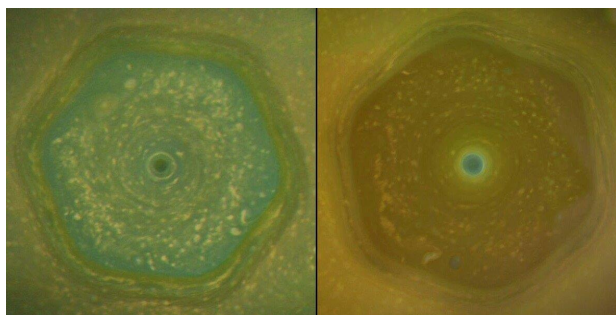


Рис. 10. Изменение цвета «шестиугольника» с 2013 до 2017 г.

Кроме того, можно обратить внимание на очень заметную черту в центре «шестиугольника» – это полярный вихрь, по структуре он напоминает ураганы на Земле. Так называемый глаз урагана в 50 раз больше крупнейших ураганов нашей планеты, а его диаметр около 2000 км, скорость ветра достигает 500 км/ч.



Рис. 11. Изображение вихря в искусственных цветах

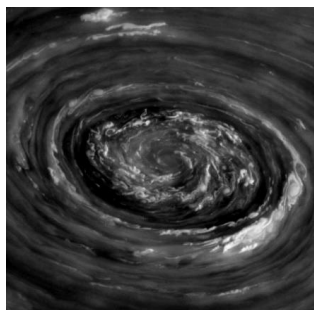


Рис. 12. Изображение вихря на расстоянии 383 097 км

Таким образом, гексагон – явление, присущее не только Юпитеру, но и остальным планетам, имеющим атмосферу. Однако данное явление на Юпитере имеет равномерную форму «шестиугольника», тогда как, например, на Земле оно имеет другую форму за счет неравномерного рельефа планеты. Также мы можем изучить строение атмосферы Сатурна.

Библиографический список

1. Глубокая вращающаяся конвекция порождает полярный шестиугольник на Сатурне. URL <https://www.pnas.org/content/117/25/13991> (дата обращения: 27.04.2022).
2. Гексагон Сатурна в движении. URL <https://solarsystem.nasa.gov/missions/cassini/science/saturn/hexagon-in-motion/> (дата обращения: 27.04.2022).
3. Что такое волны Россби. URL <https://oceanservice.noaa.gov/facts/rossby-wave.html> (дата обращения: 27.04.2022).
4. Шестиугольник в северной стратосфере Сатурна. URL <https://www.nature.com/articles/s41467-018-06017-3> (дата обращения: 27.04.2022).

УДК 00579

А. А. Ковadlo

студент кафедры физики

Д. А. Попов

кандидат физико-математических наук – научный руководитель

МЕТОД ОЦЕНКИ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБЪЕКТА ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ С ИНФРАКРАСНОЙ КАМЕРЫ

В настоящее время изучение и применение терагерцового излучения (ТГц) является одной из актуальных задач. ТГц излучение – это излучение в диапазоне частот 0,1–10 ТГц (длины волн от 3 мм до 30 мкм), относится к оптическому диапазону и занимает значительную часть спектра электромагнитного излучения между ИК и микроволновым диапазонами. В данный момент ведутся научные исследования и разработки в области дефектоскопии, анализа материалов, дистанционного зондирования и получения изображений в ТГц-диапазоне [1]. ТГц излучение – не ионизирующее, легко проходит сквозь большинство диэлектриков, но сильно поглощается проводящими материалами и некоторыми диэлектриками. Например, дерево, пластик, керамика для него прозрачны, а металл и вода – нет.

Терагерцовым (ТГц) излучением называется электромагнитное излучение с частотой, лежащей в области от 0,1 до 10 ТГц ($1 \text{ ТГц} = 10^{12} \text{ Гц}$). На спектре электромагнитных волн (рис. 1) ТГц-излучение располагается между областью сверхвысокочастотных (СВЧ) радиоволн и инфракрасным (ИК) оптическим диапазоном. Электромагнитное излучение с частотой 1 ТГц имеет период колебаний 1 пс, энергию фотона 4,1 мэВ.

Терагерцовый диапазон все более интересен для ученых благодаря своему потенциалу в таких направлениях, как биомедицинская и неразрушающая визуализация. Эти области требуют повышения пространственного разрешения на определенной частоте. Были предложены различные методы улучшения разрешения, такие как зонды сканирования ближнего поля, поверхностные плазмоны и асферические линзы. Разрешение на определенной частоте или длине волны обычно ограничено численной диафрагмой фокусирующей устройства на основе предела дифракции, описанного Эрнстом Аббе. Дифракционный предел – это минимально возможный размер светового пятна, которое можно получить, фокусируя электромагнитное излучение заданной длины волны в среде с показателем преломления n .

Одним из методов повышения разрешающей способности является конвертация терагерцового излучения в инфракрасный диапазон с помощью резонансного поглощения ТГц излучения nano размерными частицами золота [2] и переизлучение в инфракрасном диапазоне длин волн с последующем перехвате изображения инфракрасной камерой.

Целью данной работы является отработка метода определения температуры нагрева ИК–ТГц конвертера по изображению с инфракрасной камеры, откалиброванной по абсолютно черному телу (АЧТ).

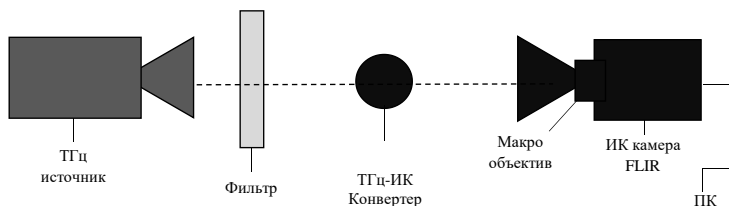


Рис. 1. Схема измерения нагрева ТГц–ИК конвертера

На рис. 1 показана схема измерений, в качестве объекта исследования выступает ТГц–ИК конвертер (объект исследования), который нагревается при облучении электромагнитными волнами с ча-

стойкой 0,14 ТГц, в качестве источника выступает генератор TeraSense 0,14 ТГц. Между ТГц–ИК конвертером и источником излучения ставится ИК фильтр, не пропускающий тепловое излучение от нагревающегося в течении работы источника, но пропускающий ТГц излучение. Резкость настроена на поверхность ТГц–ИК конвертера, были получены 100 снимков в течении 1,5 секунд с выключенным источником, а через 5 минут после выключения ТГц источника получено еще 100 снимков в течении 1,5 секунд. Затем производилось усреднение кадров для нивелирования шума ИК матрицы.

Усредненные кадры, полученные на камере, показаны на рис. 2, на рисунке различима конструкция ТГц–ИК конвертера (выделен окружностью), помещенного в оправу и закрепленного в универсальном оптическом держателе. Чем интенсивнее белый цвет, тем больше интенсивность ИК излучения исходит от тела, помещенного в кадр. Сравнивая рис. 2, а и рис. 2, б, можно увидеть, что под действием ТГц излучения произошел нагрев ТГц–ИК конвертера.

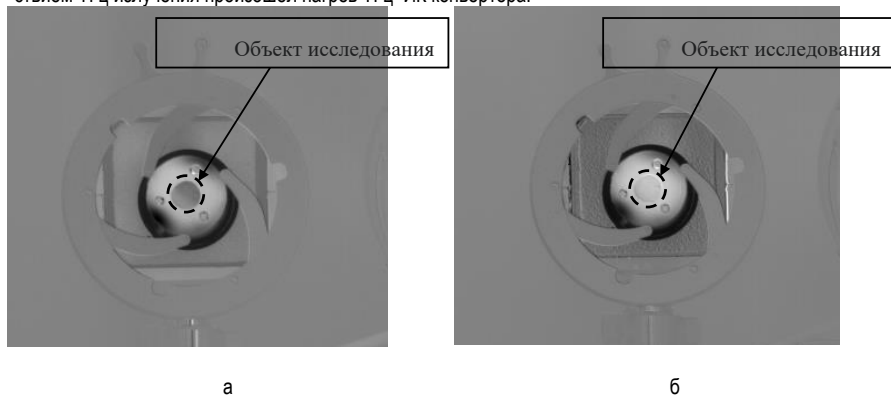


Рис. 2. Усредненное изображение с ИК камеры: а – ТГц генератор выключен, б – через 5 минут после включения генератора

Для дальнейших исследований требуется оценить, на какую температуру произошел нагрев ТГц–ИК конвертера, для этого нам потребовалось получить числовое значение показаний камеры I в области изображения конвертера для обоих изображений а и б: $I_a = 7712,79$, $I_b = 7940,54$. Кроме этого нам потребовалось получить два дополнительных изображения поверхности АЧТ, нагретого до температур 36°C и 40°C , и получить соответствующие показания камеры с поверхности АЧТ: $I_{36} = 9454,76$, $I_{40} = 10387,2$. Температура воздуха в помещении составляла $T_0 = 28^\circ\text{C}$.

Если пренебречь зависимостью чувствительности матрицы от длины волны, то величина I , в зависимости от температуры, должна подчиняться закону Стефана – Больцмана для нагретого серого тела [3]:

$$I \approx \alpha \dots \sigma T^4, \quad (1)$$

где α – среднее значение поглотительной способности тела по спектральному интервалу (для черного тела, используемого в нашей работе, пример равной 1, а для конвертера – 0,5), σ – постоянная Стефана – Больцмана, T – температура тела.

При малом изменении температуры можно пользоваться линейной аппроксимацией закона Стефана – Больцмана для чего продифференцируем (1) по температуре и перейдем к конечным приращениям:

$$\frac{dI}{dT} \approx \frac{\Delta I}{\Delta T} \sim 4\alpha\sigma T^3; \quad (2)$$

$$\frac{dl}{dT} \approx \frac{\Delta l}{\Delta T} \approx 4\alpha\sigma T.$$

Теперь, пользуясь формулой (2), можно составить пропорцию между отношением приращения показаний камеры $\Delta I_{аб}/\Delta T_{аб}$ и черного тела $\Delta I_{АЧТ}/\Delta T_{АЧТ}$, при подстановке в качестве температуры в случае конвертера комнатной T_0 , а для черного тела средней температуры $\overline{T_{АЧТ}} = (36 + 40)/2 = 38^\circ\text{C}$:

$$\frac{\Delta I_{АЧТ}}{\Delta I_{АЧТ}} \sim 4\sigma T_{АЧТ}; \quad \frac{\Delta I_{АЧТ}}{\Delta I_{АЧТ}} \sim 4\sigma T_0^3.$$

Разделим левые и правые части пропорциональностей (3) и, так как все неизвестные и известные константы в данных формулах будут сокращены (с учетом тех приближений, которые мы делаем), можно заменить знак пропорциональности на равенство:

$$\frac{\Delta I_{АЧТ}}{\Delta T_{АЧТ}} \frac{\Delta T_{аб}}{\Delta I_{аб}} = \frac{\Delta T_{АЧТ}}{\alpha T_0^3}.$$

Выразим температуру нагрева конвертера и получим конечную формулу:

$$\Delta T_{аб} = \frac{T_{АЧТ}^3 \Delta I_{аб} \Delta T_{АЧТ}}{\alpha T_0^3 \Delta I_{АЧТ}}.$$

Подставляя измеренные значения получим температуру нагрева ТГц–ИК конвертера $\Delta T_{аб} = 1,2^\circ\text{C}$.

Таким образом, мы вывели формулу, позволяющую оценивать температуру нагрева тела при условии малого изменения температуры.

Библиографический список

1. Чжан С.-Ч, Терагерцовая фотоника / Чжан С.-Ч., Шю Д. М. Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2016 г. 334 с.
2. Moldosanov K. A. Terahertz-to-infrared converter based on the polyvinylchloride matrix with embedded gold nanoparticles / K. A. Moldosanov, A. V. Bykov, N. Z. Kairyev, M. K. Khodzitsky, G. I. Kropotov, V. M. Lelevkin, I. V. Meglinski, A. V. Postnikov, A. A. Shakhmin, O. Sieryi. Proc. SPIE 11868, Emerging Imaging and Sensing Technologies for Security and Defence VI, 118680S, 2021. URL: <https://doi.org/10.1117/12.2602089> (дата обращения: 08.04.2022).
3. Kruse P. W., Skatrud D. D. Uncooled Infrared Imaging Arrays and Systems, San Diego, CA, USA: Academic Press, 1997.

УДК 550.384.5

В. А. Михайлова

студент кафедры аэрокосмических компьютерных и программных систем

Г. Л. Плехоткина

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель

К ВОПРОСУ О ВОЗМОЖНОМ ПЕРЕМЕЩЕНИИ СЕВЕРНОГО ПОЛЮСА

В начале XX в. впервые было замечено, что некоторые вулканические камни лежат в противоположном направлении от местного магнитного поля Земли. В 1920-х гг. ученые обратили внимание на то, что камни, расположенные в противоположной полярности, принадлежат плейстоцену или более ранним геологическим периодам [1, 2].

Таблица 1

Геохронологическая шкала Кайнозойской эры

М е з о з о й	К а й н о з о й (66,0 млн лет назад — настоящее время)						
	Палеоген (66,0—23,03)			Неоген (23,03—2,58)		Четвертичный (2,58—...)	
	Палеоцен (66,0—56,0)	Эоцен (56,0—33,9)	Оligоцен (33,9—23,03)	Миоцен (23,03—5,333)	Плиоцен (5,333—2,58)	Плейстоцен (2,58—11,7 тыс.)	Голоцен (11,7 тыс. —...)

Спустя три десятилетия, когда магнитные поля были лучше изучены, стали появляться теории инверсии полюсов. В 1959 г. с помощью технологии радиометрического датирования создана первая временная шкала смен полюсов Земли. Схожая хронология перемены полей обнаружена у глубоководных осадков [2]. После нанесения информации об аномалиях магнитного поля Земли на карту, были обнаружены повторяющиеся непрерывные магнитные полосы на океанском дне [1, 2].

В 1963 г. было найдено простое объяснение появления магнитных полос, объединяющее концепцию спрединга морского дна (расталкивание дна магнитной магмой) и известную на то время хронологию изменения полей: новое морское дно намагничивается в направлении ныне существующего поля. Таким образом, спрединг морского дна от центрального морского хребта будет создавать пару магнитных полос, параллельных хребту [3] (рис. 1).

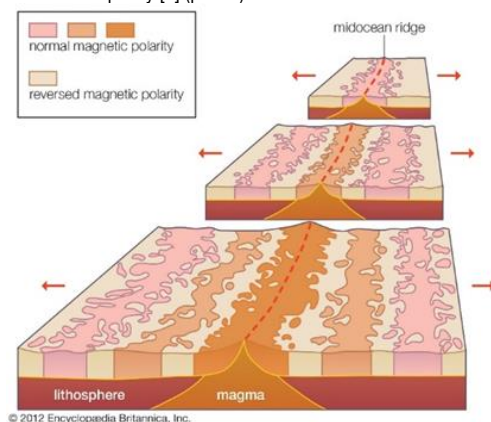


Рис. 1. Спрединг морского дна и магнитные полосы [6]

Высокая и устойчивая остаточная намагниченность породы возникает во время ее остывания в слабом магнитном поле [13]. Этим и объясняется естественная остаточная намагниченность вулканических пород: порода, нагретая до точки Кюри, «запоминает» направление и интенсивность магнитного поля Земли в данный момент, что и служит датировке (рис. 2).

На данный момент временная шкала содержит 184 интервала за последние 83 млн лет, т. е. 183 смены полей (инверсии) [4, 5]. Статистическая зависимость между продолжительностью инверсии и периодами стабильности не была обнаружена, как и не было обнаружено предпочтение одного расположения полей другому, из-за чего этот процесс считается стохастическим [3].

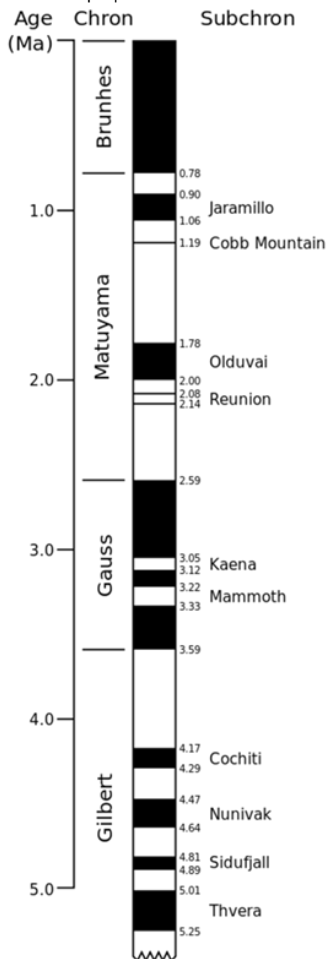


Рис. 2. Инверсии за последние 5 млн. лет

Если у планеты есть магнитное поле, то оно создано эффектом «динамо», при котором расплавленный металл во внешнем ядре планеты генерирует электрические токи, порождающие магнит-

ные поля. В симуляции эффекта «динамо» в ядре планеты, инверсии часто происходят спонтанно из-за внутренних движений магмы.

Например, Gary Glatzmaier и Paul Roberts (UCLA) создали модель [7] корреляции электрических и магнитных полей с динамикой жидкостей в ядре Земли. Указанная модель воспроизводит ключевые особенности магнитного поля для промежутка времени в 40000 лет, симулированные поля сменялись (рис. 3)

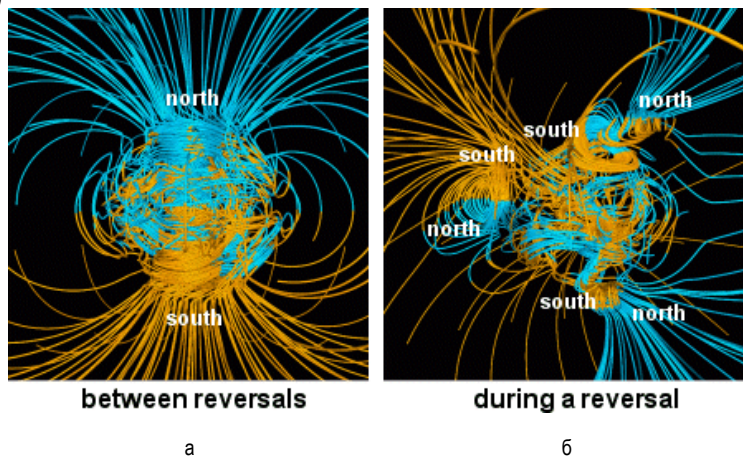


Рис. 3. Компьютерная симуляция НАСА, использующая модель инверсии Glatzmaier и Roberts: а – между разворотами; б – во время разворота. Голубые полосы представляют собой входящие магнитные линии, желтые полосы – исходящие магнитные линии [7]

После появления первых временных шкал инверсии полей началось изучение возможной взаимосвязи смены полей и вымирания живых организмов. Большая часть таких предположений строилась на теории ослабления магнитного поля Земли во время его смены. Вычисления подтверждают [3], если поле Земли исчезнет, большая часть атмосферы станет доступной для космических частиц, и может возникнуть вторичная радиация бериллия-10, углерода-14 и хлора-36.

Событие Лашамп – кратковременное изменение (геомагнитный экскурс, а не полная инверсия) магнитного поля Земли, произошедшее за $(41\ 000 \pm 2000)$ лет до настоящего времени в конце последнего ледникового периода. Впервые геомагнитное изменение было зафиксировано в конце 1960-х гг. в лаве Лашамп близости от Клермон-Феррана во Франции. Указанное событие является первой обнаруженной и самой исследованной геомагнитной экскурсией.

Период экскурса магнитного поля тогда составил примерно 440 лет, а переход длился 250 лет. Инверсированное поле было на 75% слабее текущей величины, а во время перехода напряженность поля, предположительно, упала до 5–10%, что привело к повышению концентрации космических лучей, достигавших поверхности Земли, и увеличению образования космогенных изотопов бериллия-10 и углерода-14. Подобные изменения среды некоторыми учеными считаются причиной вымирания австралийской мегафауны, вымирания неандертальцев и появления пещерной живописи [8]. Тем не менее, недостаток доказательств, подтверждающих взаимосвязь события Лашамп и уменьшения популяции различных видов во время события, вызывает серьезное сомнение в глобальном влиянии события Лашамп на изменение среды [9].

Исследуя данные за последние 800 тысяч лет, ученые пришли к выводу, что некоторое магнитное поле Земля все-таки сохранила во время инверсии Брюнеса – Матуямы (последней известной инверсии, произошедшей около 781 тыс. лет назад). Даже если Земля перестанет производить собственное магнитное поле, солнечный ветер может индуцировать магнитное поле в ионосфере Земли, защи-

щая поверхность от частиц [10]. Статистические исследования [11, 12] не выявили никакой корреляции между сменой полей и вымираниями, следовательно, фауне и флоре Земли, скорее всего, не грозит опасность вымирания из-за инверсии полей.

Библиографический список

1. Cox Allan. Plate tectonics and geomagnetic reversal. 1973.
2. Glen William. The Road to Jaramillo: Critical Years of the Revolution in Earth Science. Stanford University Press. 1982.
3. Geomagnetic reversal. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Geomagnetic_reversal (дата обращения: 15.06.2021).
4. Cande S. C., Kent D. V. Revised calibration of the geomagnetic polarity timescale for the late Cretaceous and Cenozoic. Journal of Geophysical Research. 1995.
5. Geomagnetic Polarity Timescale. Ocean Bottom Magnetometry Laboratory. Woods Hole Oceanographic Institution.
6. Seafloor spreading. URL: <https://www.britannica.com/science/seafloor-spreading> (дата обращения: 15.06.2021).
7. The Geodynamo. URL: <https://websites.pmc.ucsc.edu/~glatz/geodynamo.html> (дата обращения: 15.06.2021).
8. Laschamp event. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Laschamp_event (дата обращения: 15.06.2021).
9. Voosen Paul. Kauri trees mark magnetic flip 42,000 years ago. Science. 19 February 2021.
10. Birk G. T., Lesch H., Konz C. Solar wind induced magnetic field around the unmagnetized Earth. Astronomy & Astrophysics. 2004.
11. Plotnick Roy E. Relationship between biological extinctions and geomagnetic reversals. Geology. 1 January 1980.
12. Glassmeier Karl-Heinz, Vogt Joachim. Magnetic Polarity Transitions and Biospheric Effects. Space Science Reviews. 29 May 2010.
13. Намагниченность горных пород. URL: <http://fccland.ru/magnitorazvedka/1525-estestvennaya-ostatochnaya-namagnichennost-gornyh-porod.html> (дата обращения: 27.04.2022).

УДК 520

Г. А. Новиков

студент кафедры аэрокосмических компьютерных и программных систем

Г. Л. Плехоткина

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель

СОВРЕМЕННЫЙ ЭТАП РАЗВИТИЯ НОВОЙ КОСМОЛОГИИ

Прошедшее десятилетие запомнилось космологии не столько новыми моделями, сколько развитием и подтверждением старых. Космический телескоп Планк уточнил наше понимание Вселенной и привел дополнительные подтверждения актуальным космологическим моделям. Впервые было запечатлено ближайшее окружение центрального объекта космологии второй половины двадцатого века – черная дыра. А возросшие вычислительные мощности суперкомпьютеров позволяют заглянуть в начало Вселенной.

Телескоп Планк был запущен в 2009 г. и за весь четырехлетний период пребывания на орбите собрал огромное количество данных о реликтовом излучении – остаточное свечение Большого взрыва. И в 2018 г. Европейским Космическим Агентством были опубликованы [1] финальные результаты анализа полученной информации.

Эти сведения позволили уточнить ряд ключевых космологических постоянных, к примеру российский астроном Владимир Сурдин [2] пишет о том, что возраст Вселенной равен $(13,7 \pm 0,3) \times 10^9$ лет, постоянная Хаббла $(71 \pm 4) \frac{\text{км}}{\text{с} \times \text{Мпк}}$, темная энергия составляет 74% от состава Вселенной, а материя – темная и обычная – оставшееся 26%. Так же были получены и другие данные, они приведены в табл. 1.

Однако, данные, полученные телескопом Планк, отличаются от того, что считалось ранее. Возраст Вселенной оказался равным $(13,797 \pm 0,032) \times 10^9$ лет, а полученная постоянная Хаббла $H_0 = (67,36 \pm 0,54) \frac{\text{км}}{\text{с} \times \text{Мпк}}$.

Таблица 1

Данные полученные телескопом планк на 2018 г. [1]

Параметр	TT, TE, EE + lowE + lensing	TT + lowE	EE + lowE
Плотность барионов	$0,02237 \pm 0,00015$	$0,02212 \pm 0,00022$	$0,0240 \pm 0,0012$
Плотность темной энергии	$0,6847 \pm 0,0073$	$0,679 \pm 0,013$	$0,711 + 0,033 - 0,026$
Плотность материи	$0,3153 \pm 0,0073$	$0,321 \pm 0,013$	$0,289 + 0,026 - 0,033$
Плотность холодной темной материи	$0,1200 \pm 0,0012$	$0,1206 \pm 0,0021$	$0,1158 \pm 0,0046$
Возраст вселенной	$13,797 \pm 0,023$	$13,830 \pm 0,037$	$13,64 + 0,16 - 0,14$

Примечания. TT + lowE – данные полученные из интенсивности температурного и низкоэнергетического излучения; EE + lowE – данные полученные из поляризации входного излучения с учетом низкоэнергетического излучения; TT, TE, EE + lowE + lensing – обобщенные данные полученные исходя из температурного, поляризованного, температурно-поляризационного и низкоэнергетического спектров с учетом гравитационного линзирования.

Полученное значение не очень точно согласуется с предыдущими наблюдениями. Во Вселенной оказалось значительно больше материи чем считалось до этого: 31,5%, где 26,8% темная и 4,9% обычная. На темную энергию же приходится 68,3% от всего состава.

Уравнение состояния темной энергии записывается как $w = p/\rho$, где p – энергетическое давление по Фридману, ρ – энергетическая плотность, w – безразмерный коэффициент их отношения.

Значение коэффициента w предельно важно для космологии [3], так как от него зависит выбор модели устройства Вселенной. Ведь если $w = \text{const}$, то на первый план выходят такие модели как Большое сжатие, Большой разрыв и модель Космологической константы.

Модель Большого разрыва требует, чтобы значение w было меньше -1 . В этом случае вселенная расширяется с ускорением. То есть на некотором этапе развития Вселенной скорость ее расширения превысит скорость света и станет совершенно невозможно передать информацию о том, что происходит «на противоположном крае Вселенной».

Модель Космологической константы подразумевает что w равно -1 . В этом случае вселенная расширяется постоянно и продолжит расширяться вечно.

Большое сжатие описывает ситуацию, когда w строго больше -1 . В этом случае вселенная будет расширяться замедленно, и наступит такой момент времени, когда вселенная перестанет расширяться и наоборот начнет сжиматься обратно.

Значение коэффициента, полученное учеными из ЕКС, $w = -1,03 \pm 0,03$. Это закрывает дорогу Большому сжатию, и подразумевающим его циклическим моделям, таким как модель Осциллирующей Вселенной. А модели Большого разрыва остается только интервал $(-1,06; -1)$ для объяснения дальнейшего развития Вселенной.

Но последнее десятилетие не только утвердило научное сообщество в наших космологических моделях, но и позволило поставить точку в полувекковой истории доказательства существования черных дыр.

Идея о существовании таких объектов появилась из еще в начале 18-го в. Однако в современном виде она оформилась только с появлением в 1905 г. Специальной теории относительности, и в течении 20-го в. получала теоретические доказательства.

Однако первую фотографию черной дыры, а точнее ее тени, «отбрасываемой» на светящийся диск из нагретого до высокой температуры газа и пыли, смогли получить в 2017 г. астрономы, участвовавшие в проекте «Event Horizon Telescope» (EHT) – «Телескоп Горизонта Событий». Этот проект позволил построить и соединить несколько крупных радиотелескопов, расположенных в Мексике, Чили, на Южном полюсе, на возвышенностях Гавайев и других точках Земного шара.

Сверхмассивная черная дыра, снимок которой удалось получить, находится в центре галактики Messier 87 в 55 млн световых лет от Земли и имеет массу 6,5 млрд солнечных масс. Астрономам пришлось собрать и обработать примерно 10 петабайт данных.

Черная дыра, как известно, притягивает все, даже свет не может вырваться из ее гравитации. «В обычной среде мы ожидаем, что свет будет двигаться по прямой. Однако с черной дырой ситуация совсем другая: обладая крайне сильной гравитацией, она отклоняет и изгибает траекторию движения света настолько, что мы фактически можем видеть то, что находится за ней. И, учитывая, что сама по себе черная дыра не излучает свет, ожидаемое изображение представляет собой яркое кольцо, состоящее из всех отклоненных ею лучей. И то, что мы увидели, отлично согласуется с моделями», – говорит Роман Голд из Франкфуртского университета им. Гете, также участник проекта (EHT).

В 2018 г. были опубликованы результаты работы Лаборатории вычислительной астрономии университета Калифорнии (Сан-Диего) при помощи их суперкомпьютера [5]. Для моделирования ранних этапов развития Вселенной ученые воспользовались программным обеспечением Enzo, разработанным The Enzo Project – некоммерческим проектом сообщества разработчиков и исследователей-астрономов [6].

Эти результаты позволяют «увидеть» основные этапы формирования Вселенной. С самого начала равномерные облака газа образуют в густках темной материи первые массивные звезды ($\sim 100 M_{\text{сол}}$), в их недрах получают первые элементы тяжелее H и He – Be и Li. Однако эти объекты просуществовали всего несколько миллионов лет и, в результате, обогатили Вселенную широким набором химических элементов, взорвавшись как сверхновые. На атомах металлов, образованных сверхновыми, начали возникать скопления менее массивных звезд – первые карликовые галактики.

Результаты вычислений не только соответствуют [5] аналитическим моделям, но и позволяют наблюдать структуры практически неотличимые от реальных, демонстрируют потенциал развития вычислительной космологии.

Что ждет космологическую науку в следующем десятилетии? Начать стоит с преемника телескопа Планк – космической миссии Евклид [7], разрабатываемой Европейским Космическим Агентством, запуск которой планируется на 2-е полугодие 2022 г. Миссия будет направлена, главным образом, на исследование коэффициента уравнения состояния темной энергии (параметра w). Более точное измерение этого параметра позволит ответить на важный вопрос о будущем Вселенной.

Несмотря на то, что изображение одной черной дыры уже получено, Телескоп горизонта событий продолжает работу и, возможно, сможет достичь конечной цели – зафиксировать окружение черной дыры в Стрельце, это может дать дополнительную информацию о Галактике.

Если в следующем десятилетии будет выполняться закон Мура для суперкомпьютеров, то к концу десятилетия будут возможны более точные и глубокие симуляции.

Библиографический список:

1. Planck 2018 results. VI. Cosmological parameter. URL: <https://arxiv.org/pdf/1807.06209.pdf> (дата обращения: 13.06.2021).
2. Сурдин. В. Г. *Астрономия XXI*. М., 2008.
3. Как астрономический спутник Планк навсегда изменил наше представление о Вселенной. URL <https://habr.com> (дата обращения: 15.07.2021).
4. Темная энергия // Астронет. <http://www.astronet.ru/db/msg/1214696> (дата обращения: 20.06.2021).
5. Simulating the Cosmic Down with Enzo. URL: <https://www.frontiersin.org> (дата обращения: 29.06.2021).
6. The Enzo Project. URL: <https://enzo-project.Org> (дата обращения: 05.07.2021).
7. ESA – Euclid. URL: <https://sci.esa.int> (дата обращения: 05.07.2021).
8. ESA. URL: <https://sci.esa.int> (дата обращения: 05.07.2021).

УДК - 524.354.4

А. Р. Плехов

студент кафедры физики

Г. Л. Плехоткина

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель

ПУЛЬСАР С САМЫМ МОЩНЫМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ

Первый пульсар открыт в июле 1967 г/ Джоселин Белл, аспиранткой Энтони Хьюиша, с помощью меридианного радиотелескопа в Маллардской радиоастрономической обсерватории Кембриджского университета. Длина волны составляет 3,5 м (85,7 МГц). За этот выдающийся результат Хьюиш получил в 1974 г. Нобелевскую премию. Современное название этого пульсара PSR B1919+21 (PSR J1921+2153).

Результаты наблюдений несколько месяцев хранились в тайне, а первому открытому пульсару присвоили имя LGM-1 (сокращение от английского словосочетания *Little Green Men* – «Маленькие зеленые человечки»). Такое название было связано с предположением, что эти строго периодические импульсы радиоизлучения имеют искусственное происхождение. Кроме того, вскоре группа Хьюиша нашла еще 3 источника аналогичных сигналов. Только в феврале 1968 г. в журнале *Nature* появилось сообщение об открытии быстропеременных внеземных радиоисточников неизвестной природы с высокостабильной частотой. Сообщение вызвало научную сенсацию. К 1 января 1969 г. число обнаруженных различными обсерваториями мира объектов, получивших название **пульсаров**, достигло 27. Число посвященных им публикаций в первые же годы после открытия составило несколько сотен. Первый пульсар, обнаруженный советскими астрономами Ю. И. Алексеевым, В. В. Виткевичем, В. Ф. Журавлевым и Ю. П. Шитовым – PP 0943[4] (современное обозначение PSR B0943+10) в созвездии Льва, открытый на Радиоастрономической станции Физического института Академии Наук (ФИАН) в г. Пуцдино в декабре 1968 г. В числе прочих теорий (гипотеза Иосифа Шкловского [5] и др.) было предложено рассматривать пульсары как своего рода сверхмощные «маяки» внеземных цивилизаций. Однако вскоре астрофизики пришли к общему мнению, что пульсар (радиопульсар) представляет собой нейтронную звезду. Она испускает узконаправленные потоки радиоизлучения, и в результате ее вращения поток попадает в поле зрения внешнего наблюдателя через равные промежутки времени – так образуются импульсы пульсара.

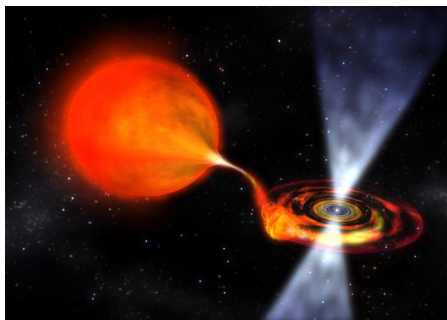


Рис. 1. Нейтронная звезда

Аккреционные рентгеновские пульсары – это нейтронные звезды в двойных системах, в которых сильно намагниченная нейтронная звезда накапливает вещество от звезды-донора (рис. 1), обычно молодой звезды. Магнитные поля нейтронных звезд обладают напряженностью $B \sim 10^{11}$ Тл [6]. Одним из наиболее надежных зондов магнитных полей аккреционных пульсаров является наблюдение особенностей циклотронного резонансного рассеяния (CRSFS). Эти особенности рассеяния проявля-

ются в виде широких линий поглощения в спектре источника при энергиях жесткого рентгеновского излучения, соответствующих переходам между дискретными уровнями Ландау движения электронов, перпендикулярными линиям магнитного поля.

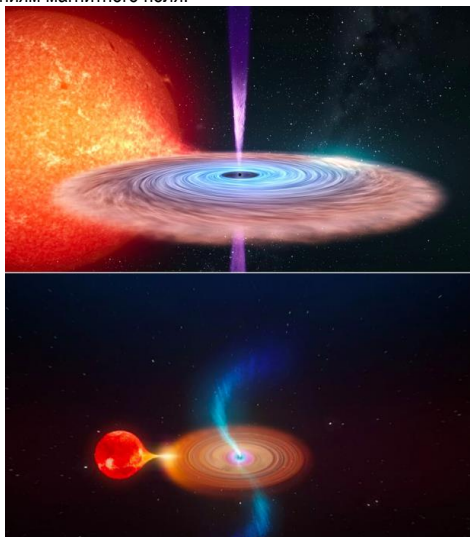


Рис. 2. Нейтронная звезда забирает вещество у звезды-донора

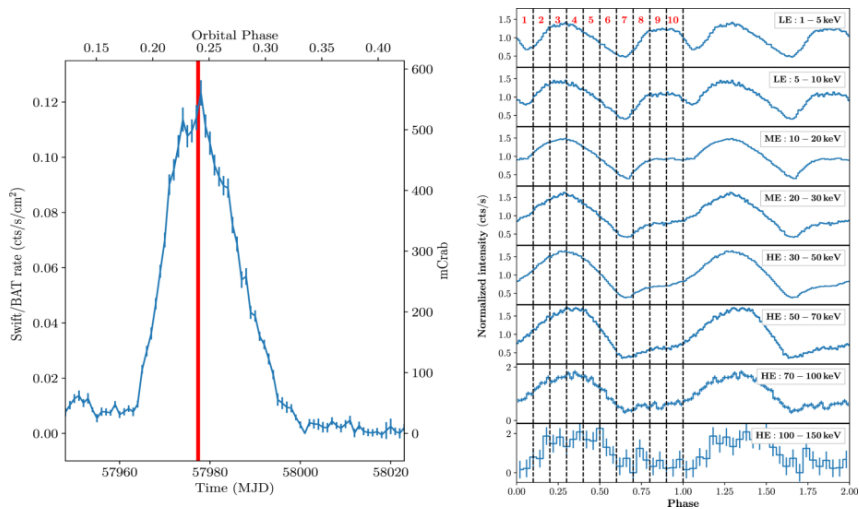


Рис. 3. Левая панель: световой поток Swift/BAT GRO J1008-57 во время его вспышки в 2017 г. Красная линия представляет время наблюдения Озарения-НХМТ. Орбитальная фаза рассчитывается на основе ранее сообщенных эфемерид (Kühnel et al. 2013). Правая панель: профили импульсов в различных энергетических диапазонах GRO J1008-57 вокруг пика выброса в 2017 г.

В августе 2017 г. впервые обнаружено небесное тело, оказавшееся самым мощным известным магнитом во всей Вселенной. Источник наблюдался с помощью Insight-HXMT китайского спутника рентгеновской астрономии, запущенного 15 июня 2017 г., в течение 50 кс на пике вспышки типа II, 12 августа 2017 г. Пульсар GRO J1008-57 расположен на расстоянии 20 тысяч световых лет от Солнца.

Радиоисточник GRO J1008-57 является рентгеновским пульсаром, образует тесную пару с обычной звездой и «отбирает» у нее вещество при помощи своего мощного тяготения. Падающая на нейтронную звезду материя разогревается и излучает энергию в рентгеновском диапазоне.

Группа ученых из Института физики высоких энергий (ИФЭ) и китайской Академии наук, при участии их коллег из Германии [1], проверили данные в соответствии с предложенными критериями выбора хорошего временного интервала: угол возвышения более 10°; геометрическая жесткость среза больше 8300 с до и после прохождения аномалии в Южной Атлантике (рис. 3).

Ученые искали пульсации, используя тест с шагом частоты Фурье [7] и с учетом коррекции бароцентрического и орбитального движения. Они обнаружили, что источник пульсирует с периодом вращения 93,283 (1) с. После измерений магнитного поля магнетара выяснили, что GRO J1008-57 излучает нейтроны с напряжением приблизительно в 90 кэВ, в то время как ее магнитное поле имеет величину 1 млрд Тл, и это единственная известная нам звезда со столь мощным полем. Для понимания: исследователи добивались максимального показателя сгенерированного магнитного поля – всего в 1200 Тл, это в 50 миллионов раз больше, чем естественное поле нашей планеты.

Реальные данные в один миллиард тесла обеспечат неусыпное внимание со стороны ученых на длительное время. Ведь согласно теоретическим расчетам, такие сильные магнитные поля вполне способны изменить свойства материи.

Излучение, которое исходит от звезды, не представляет для нас опасности. Дело в том, что Солнечная система, Млечный Путь и даже наша Земля защищают нас от вредного влияния. Обычно мы испытываем на себе реликтовое излучение и почти не ощущаем его ввиду относительно малых показателей. Однако опыт прошлого показывает, что некоторые нейтронные звезды могут стать причиной массового вымирания на планете, поэтому за находками в космосе вроде GRO J1008-57 важно следить.

Библиографический список

1. Научный журнал The Astrophysical Journal Letters. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.3847/2041-8213/abac05> (дата обращения: 18.04.2022).
2. Википедия Пульсар. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Пульсар> (дата обращения: 18.04.2022).
3. Астрономы обнаружили самое мощное магнитное поле во Вселенной. Вести наука. URL: <https://www.vesti.ru nauka/article/2456701> (дата обращения: 18.04.2022).
4. Википедия PSR B0943+10 URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/PSR_B0943%2B10 (дата обращения: 18.04.2022).
5. Гипотеза Иосифа Шкловского. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Шкловский,_Иосиф_Самуилович (дата обращения: 18.04.2022).
6. Нейтронные звезды. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Нейтронная_звезда (дата обращения: 18.04.2022).
7. Преобразование Фурье. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Преобразование_Фурье (дата обращения: 18.04.2022).

УДК 621.355

А. Р. Плехов

студент кафедры физики

Ю. А. Новикова

кандидат физико-математических наук – научный руководитель

УЛУЧШЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛИТИЙ-ИОННЫХ БАТАРЕЙ

Введение. В последние годы ученые и инженеры-разработчики электронной аппаратуры все большее внимание уделяют аккумуляторам, которые могут обеспечивать длительное автономное питание электронных устройств, поскольку именно они получили самое широкое распространения из-за их применения в многочисленных устройствах мобильной техники и средств передвижения на электрической тяге. В статье рассматриваются перспективные способы улучшения их параметров без увеличения массогабаритных показателей за счет применения нанотехнологий.

Материалы и методы. Наибольший темп роста хранения энергии за последнее десятилетие пришелся на электрические системы, такие как батареи и конденсаторы. Если взять батареи, то по основным техническим характеристикам литий-ионные аккумуляторы существенно превосходят другие типы аккумуляторов. Так, по сравнению с никель-металло-гидридными аналогами, у литий-ионных аккумуляторов вдвое больше электрохимическая емкость и почти втрое выше плотность аккумулируемой энергии и удельная мощность. Поэтому литий-ионный аккумулятор выдерживает очень высокие токи разряда, что важно для использования в мощных переносных электроинструментах. Саморазряд составляет всего 2–5%, а количество циклов «заряда – разряда» без потери емкости у них в 4–6 раз выше, чем у предшественников. Они в меньшей степени подвержены и так называемому эффекту памяти – их можно начать перезаряжать в любой момент, не дожидаясь полной разрядки.

Такие качественные показатели обусловлены основными преимуществами использования лития – сочетанием низкого электрохимического эквивалента, низкой молекулярной массы ($M_{Li}: 7 \text{ г/моль}$), низкой плотности ($\rho_{Li}: 0,534 \text{ г/см}^3$) и, соответственно, высокой удельной и объемной емкости, а также очень низкого электродного потенциала – 3,05 В (по сравнению с водородным электродом), который, в свою очередь, допускает высокое напряжение элемента с соответствующими катодами [1]. Еще одним важным преимуществом лития является его кинетическая стабильность в неводных электролитах. Несмотря на термодинамическую нестабильность электролита, электронно-изолирующий пассивирующий слой образуется путем начального разложения электролита на его поверхности. Он называется интерфазой твердого электролита (ИТЭ), и защищает электролит от дальнейшего разложения, но в идеальном случае является проницаемым для перехода литий-ионов. Защитный слой ИТЭ, который также формируется на различных анодных материалах для литий-ионных аккумуляторов, работающих при потенциалах ниже 1 В относительно Li/Li^+ (в зависимости от компонентов электролита), определяет долгосрочную стабильность, срок службы и безопасность аккумулятора, и интенсивно изучался в последние десятилетия [2, 3].

Первые эксперименты по созданию литиевых батарей начались в 1912 г. Последовавшие вслед за этим попытки разработать литиевые аккумуляторы оказались неудачными из-за возникших проблем в обеспечении безопасности их эксплуатации, так как литий является очень активным щелочным металлом [4]. Таким образом, исследователи направили свой взор в сторону неметаллических литиевых аккумуляторов на основе ионов лития. В начале 1970 гг. Майкл Уиттингем впервые продемонстрировал возможность создания литиевых аккумуляторов, в которых происходило обратимое движение ионов лития между катодом и анодом, а не химическое разрушение последних, как в других химических элементах питания. В 1980-е гг. Джон Гуденаф подобрал улучшенный материал для катода с кобальтом, повысивший напряжение аккумулятора. А современный вариант литий-ионного аккумулятора с анодом из графита и катодом из кобальтата лития создал Акира Есино. Первый литий-ионный аккумулятор по его патенту выпустила корпорация Sony в 1991 г.

В 2019 г. Уиттингем, Гуденаф и Есино получили Нобелевскую премию по химии с формулировкой «За создание литий-ионных батарей» в полном соответствии с завещанием Нобеля, призвавшего

вручать премии не только за выдающиеся научные исследования, но и за революционные изобретения, приносящие наибольшую пользу человечеству.

Плотность энергии Li-ion (литий-ионных) аккумуляторов – обычно вдвое превышает плотность стандартных NiCd-аккумуляторов, а в перспективе, с применением новых активных материалов, предполагается ее увеличить и достигнуть трехкратного превосходства над NiCd-аккумуляторами.

Отметим и основные минусы литий-ионных аккумуляторов. При перегреве батареи может взорваться. Для этого достаточно повреждения ее оболочки. Так произошло со смартфонами серии Samsung Galaxy Note 7, в которых из-за тесноты корпуса оболочка аккумулятора со временем перетиралась, внутрь попадал кислород, и устройство загоралось. Именно это побудило авиакомпания требовать перевозить литий-ионные батареи только в ручной клади [2].

Охлаждение и перегрев сильно влияют на параметры аккумулятора. Идеальной считается температура среды +20 °С. При любых отклонениях батарея отдает устройству меньший заряд. В литий-ионных батареях невозможно хранить энергию годами. Литий-ионные ячейки в неактивном состоянии теряют по 3–5% заряда в месяц, т. е. треть заряда в год. Литий-ионные батареи в неактивном состоянии подвержены старению. Их рекомендуют хранить заряженными до половины емкости.

Литиевые вторичные источники тока – аккумуляторы – можно разделить на 3 основных типа:

- 1) аккумуляторы с металлическим литиевым электродом и жидким электролитом;
- 2) литий-ионные аккумуляторы;
- 3) литий-полимерные аккумуляторы.

Литий-полимерные аккумуляторы отличаются от литий-ионных, большей безопасностью, компактностью, гибкостью, более высокими удельными характеристиками. Они находят применение в космической, военной технике и энергетике.

Основным фактором, определяющим емкость, мощность и цену литий-ионных аккумуляторов, является выбор материалов анода, катода и электролита [3].

При заряде аккумулятора литий восстанавливается из раствора в форме дендритов, сразу покрывается пленкой из продуктов взаимодействия лития с солью, растворителями и примесями. В результате поверхность отрицательного электрода оказывается состоящей из отдельных частиц (капсул), электрически изолированных друг от друга и не способных к повторному анодному растворению. Кроме того, дендритообразование лития вызывает появление внутренних коротких замыканий, что повышает пожаро- и взрывоопасность таких устройств. Замена лития на сплавы, например, литий-алюминий, приводит к другой проблеме – изменению удельного объема сплава при циклировании (растворение–осаждение) металлического лития, к последующему значительному снижению пластичности материала, что делает его хрупким, и к осыпанию его активной массы. Потенциал сплава положительнее потенциала лития на 0,2–0,4 В, что снижает рабочее напряжение аккумулятора. Использование сплавов лития с тяжелыми металлами (оловом, кадмием, свинцом) несколько уменьшает эффект изменения объема, но существенно снижает удельные характеристики электродов. Проблема циклирования до сих пор остается не решенной. Поэтому, несмотря на высокую удельную емкость анода, литиевые аккумуляторы с металлическим электродом производятся в довольно ограниченном объеме. Положительный электрод в литиевых аккумуляторах может быть выполнен на основе литированных оксидов кобальта, никеля, марганца. В качестве материала положительного электрода в литий-ионных аккумуляторах следует применять в основном литированные оксиды переходных металлов, такие как LiCoO_2 , LiNiO_2 и LiMn_2O_4 с удельной емкостью 120–140 А·ч/кг. Работа положительного электрода сводится к деинтеркаляции лития из литированных оксидов при заряде аккумулятора и к его интеркаляции в оксид при разряде.

Применение LiCoO_2 , LiNiO_2 и LiMn_2O_4 обусловлено тем, что они имеют наиболее высокий (среди других литиевых соединений внедрения) положительный потенциал, что обуславливает большее суммарное напряжение аккумулятора. Практический выбор зависит от производителя. Японские фирмы, которые являются основным поставщиком литий-ионных аккумуляторов на мировой рынок, ориентируются исключительно на кобальт лития LiCoO_2 , который имеет лучшие характеристики (наименьшую поляризацию и наибольшую удельную емкость), но токсичен и почти в 10 раз дороже других оксидов. Поэтому следует отдать предпочтение LiNiO_2 и LiMn_2O_4 , считая их более перспективными с экономической и экологической точек зрения. Однако стабильность работы LiNiO_2 и LiMn_2O_4 до сих пор оста-

ется невысокой. Поэтому постоянно ведется поиск новых катодных материалов для литий-ионных аккумуляторов, например, предлагаются катоды из различных оксидных наноматериалов. При использовании оксидов олова при первоначальной катодной поляризации электрода литий восстанавливает оксид, а затем внедряется в олово.

Выбор электролита, который во многом определяет стабильность работы литий-ионного аккумулятора, зависит от электродных материалов. Обычно используется смесь органических растворителей, основой которой является этиленкарбонат (ЭК) и диэтилкарбонат (ДЭК). В смесь вводят различные литиевые соли, например, LiPF_6 , тип которых определяет проводимость электролита, состав и морфологию пассивного слоя на положительном и отрицательном электродах. Электролит находится в порах матричного сепаратора из полиолефина.

Высокая агрессивность, токсичность и пожароопасность органического электролита в литий-ионных аккумуляторах требует надежной герметизации источника тока. Для исключения термического разгона используют специальный сепаратор, который при температуре $110\text{ }^\circ\text{C}$ претерпевает фазовые изменения и закрывает поры, в результате чего значительно увеличивается его внутреннее сопротивление и уменьшается токовая нагрузка. При разряде и заряде ЛИА на электродах протекают процессы, связанные с частичной интеркаляцией/деинтеркаляцией ионов лития.

В Li-ионных аккумуляторах отрицательный электрод чаще всего изготовлен из углерода (графита). Литий-ионные аккумуляторы собирают в разряженном состоянии. Для приведения аккумуляторов в действие их заряжают. При первом заряде происходит формирование отрицательного электрода – ионы лития внедряются (интеркалируют) в графит. При разряде отрицательного электрода ионы лития извлекаются обратно (деинтеркалируют) и снова внедряются (интеркалируют) при заряде.

Использование углеродной матрицы сняло проблему катодного восстановления лития в виде дендритов. Однако и в этом случае, как и при использовании сплавов, циклируемость достигается за счет очень существенной потери в удельной емкости и энергии. Для LiC_6 теоретическая удельная емкость составляет всего лишь $372\text{ А}\cdot\text{ч}/\text{кг}$ (для чистого лития $3860\text{ А}\cdot\text{ч}/\text{кг}$).

Предельный состав интеркалята LiC_6 определяется кристаллографическими особенностями графита: каждый внедренный атом лития занимает определенное место против центра углеродного кольца в межслоином пространстве кристаллической решетки графита. Различной степени интеркаляции отвечает несколько соединений: LiC_6 ; LiC_{12} ; LiC_{18} и др. Соединение LiC_6 обладает отрицательным электродным потенциалом, который лишь на $0,2\text{ В}$ положительнее потенциала металлического лития в том же электролите.

Кроме углеродных материалов в качестве матрицы отрицательного электрода изучаются структуры на основе оксидов олова (SnO , SnO_2 , $\text{SnO}_2\text{-TiO}_2$ (10%) и др.), серебра и его сплавов, фосфориды кобальта, композиты углерода с наночастицами кремния, кремниевые и углеродные нанопровода и нанотрубки, что говорит о том, что именно создание электродов из nano материалов – перспективный путь развития их потенциальных характеристик.

Термин nano-материалы подразумевает очень разнообразную группу материалов, где морфологические особенности не превышают 100 миллимикрон. Идея управления материалами на атомном уровне берет начало из лекции Ричарда Фейнмана («На дне имеется множество возможностей»). Однако, бум nano-материалов пришелся только на 1990-е гг. и быстро распространился в сфере современных технологий, включая энергетику и электронику. Основными причинами быстрого распространения и применения nano-материалов в различных областях, являются их уникальные nano-уровневые свойства. Nano-частицы и nano-структуры демонстрируют чрезвычайно высокое отношение величины поверхности к объему, что допускает образование квантовых эффектов, которые невозможны в обычных материалах микронных размеров. В качестве примера, частицы кристаллического титаната бария (BaTiO_3), как правило, имеют кубическую структуру на их поверхности, но тетрагональную в объеме. По мере уменьшения размера кристаллитов ниже отметки нескольких микрон, содержание кубической фазы постепенно увеличивается до тех пор, пока тетрагональная фаза полностью не исчезает при попадании частиц BaTiO_3 в nano-размерную область. Тем самым, при достижении наноразмерного уровня кристаллита, сегнетоэлектрическое состояние исчезает и заменяется тетрагональным, супер-параэлектрическим, изменяя магнитные свойства материала.

Как правило все материалы для изготовления литий-ионных аккумуляторов состоят из частиц размерами от 10 до 50 микрон, которые наносят на алюминиевые или медные токоприемники вместе со связующим веществом. Последние десять лет в качестве катода использовался кобальтит лития (LiCoO_2) – слоистое соединение со структурой деформированной каменной соли ($\alpha\text{-NaFeO}_2$). Некоторые катоды, например, трехмерный оксид литий марганцевой шпинели (LiMn_2O_4), оказались на нижних позициях рынка из-за ограничений по производительности. Материалы на основе углерода преимущественно используются в качестве анода, с несколькими модификациями графита, таким составом обладает большинство аккумуляторов на рынке. Разработчики химических источников тока, в процессе их изготовления стараются выявить электродные материалы, способные обеспечить оптимизацию производительности, отталкиваясь от энергии, мощности, цикла жизни, термической стабильности и стоимости. Данные разработки занимают обширную нишу в портативных электронных устройствах, и с недавних пор стали широко использоваться в электроинструментах, транспортных средствах и системах хранения электрической энергии. Так же открыты новые химические вещества для катодов, которые включают различные смешанные оксиды металлов: $\text{LiMn}_{1.5}\text{Ni}_{0.5}\text{O}_4$, $\text{LiNi}_{0.33}\text{Mn}_{0.33}\text{Co}_{0.34}\text{O}_2$, и LiNiCoAlO_2 , металло-фосфаты: LiFePO_4 , LiCoPO_4 и LiMnPO_4 , (перидот). Для анодов новыми материалами выступают оксиды: титанаты лития $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ и оксид олова SnO_2 , элементарный кремний, олово и множество материалов на основе углерода. Многие химические вещества, имеющие форму nano-частиц/nano-структурированных частиц или тонкослойную структуру, позволяют достигать желаемой производительности.

Результаты. Использование наноструктурированных материалов в качестве электродов в элементах вместо обычных электродов даст более высокую способность к литированию из-за большой площади поверхности наноматериалов по сравнению с объемными материалами. Множество исследований было сосредоточено на выборе наноматериалов, подходящих для этого применения, например, углеродные нанотрубки, углеродные нановолокна, графен. С момента открытия углеродных нанотрубок (УНТ) в 1991 г. [5], научный и технологический интерес интенсивно стимулируется в области синтеза и применения различных УНТ. УНТ состоят из свернутых графеновых листов, которые напоминают строительные «кирпичи». Основным строением решетки нанотрубок является прочная ковалентная связь C – C (как в плоскостях графита). Идеальная совокупность атомов на решетке вдоль оси трубки и закрытой топологии наделяет нанотрубки свойствами графита, такими как повышенная электропроводность и превосходная механическая прочность. Кроме того, наноразмерная структура дает большую площадь поверхности, которая расширяет область применения. Углеродные нанотрубки классифицируются несколькими способами в зависимости от их конфигурации, степени графитизации и структуры. В зависимости от степени графитизации их можно разделить на аморфные и графитовые. В зависимости от структуры среди них можно выделить одностенные (ОСУНТ) и многостенные углеродные нанотрубки (МСУНТ). В результате исследования электрохимических свойств ОСУНТ [6] и МСУНТ [7, 8] выяснилось, что интеркаляция/деинтеркаляция лития зависит от морфологии и структуры УНТ. Одиночный графеновый лист, свернутый в цилиндр с почти равномерным диаметром в диапазоне 1–2 нм и длиной в несколько микрометров, образует МСУНТ.

Литий-ионный аккумулятор с анодом из графеновых чернил показал стабильную работу в течение более 80 циклов заряда-разряда при емкости 165 мА·ч/г с плотностью энергии около 190 Вт·ч/кг. Ориентированные МСУНТ демонстрировали более высокое накопление лития (980 мА·ч/г), чем неориентированные МСУНТ (158 мА·ч/г). После десяти циклов потеря емкости наблюдалась в обоих случаях, но потеря в емкости была намного выше у неориентированных МСУНТ по сравнению с потерями в ориентированных МСУНТ. ОСУНТ показали обратимую емкость Li порядка 460 мА·ч/г, что выше теоретического значения для графита (372 мА·ч/г). Внедрение Li приводит к необратимому разупорядочению структур внутри решетки УНТ. Это говорит о том, что ионы Li внедряются в каналы между нанотрубками и нарушают связь между ними. Для литий-ионных аккумуляторов МСУНТ может быть перспективным материалом благодаря высокой обратимой емкости и производительности. Ограничивающими факторами при использовании УНТ являются большая необратимая емкость и большой гистерезис напряжения. Электрохимические характеристики УНТ зависят от наличия примесей, структурных дефектов и характера графитизации, которые контролируются методами их получения и процессом обработки.

Многообещающим анодным материалом является углеродное нановолокно (УНВ) из-за его способности сильно графитизироваться при низких температурах и низкой стоимости массового производства. Один из вариантов его получения – химическое осаждение из газовой фазы при температуре 550–700 °С [8]. УНВ обладают высокой емкостью около 297–431 мА·ч/г, особенно в областях с низким потенциалом. Кулоновская эффективность при первом цикле составляет почти 60%. Легирование азотом является еще одним подходом для улучшения электрохимических свойств углеродных материалов. Гибкие пленки УНВ с азотными или кислородными присадками имеют деформации в графитовой структуре и могут иметь начальные емкости 2000 и 755 мА·ч/г, соответствующие плотностям тока 5 и 10 А/г, соответственно. Графеновые наночастицы являются хорошим ресурсом для современных литий-ионных аккумуляторов. В качестве примера можно привести полуэлемент с использованием графенового электрода, легированного Си. Ионы лития на графеновых чешуйках образуют интерфейс твердого электролита (ИТЭ) на поверхности углерода. При начальной разрядной емкости примерно 1250 мА·ч/г происходит ее резкое снижение, которое затем выравнивается примерно при 750 мА·ч/г. Для практических применений большая начальная необратимая емкость нежелательна, и эта проблема решается с помощью процесса литирования извне, осуществляемого прямым контактом с наноразмерным электродом графена на медной подложке с металлической фольгой лития, которая смачивается электролитом.

Обсуждение. Каковы реальные успехи практического применения нанотехнологий при создании электродов аккумуляторов? Компания Toshiba (Япония) вывела на рынок литий-ионные наноаккумуляторы, получившие название SCiB (Super Charge ion Battery). Отрицательный электрод таких аккумуляторов изготовлен из нанокристаллов титаната лития и способен поглощать до 80% емкости за минуту. Полная емкость аккумулятора восстанавливается через 2–3 минуты с момента начала зарядки. Опытные образцы обладают высокой удельной емкостью, и при габаритах всего 3,8×62×35 мм обеспечивают емкость 600 мА·ч. Помимо высокой емкости и быстрого заряда новая батарея имеет увеличенный срок службы: после 1000 циклов заряда/разряда происходит потеря лишь 1% ее емкости, а общий ресурс новых батарей составляет более 5 тысяч циклов. Кроме того, батарея может работать при температурах до –40 °С, теряя при этом лишь 20% емкости против 100% у типичных батарей при –25 °С. Другая японская компания Matsushita Battery Industrial (MBI) разработала цилиндрическую аккумуляторную литий-ионную батарею с нанотехнологически обработанным катодом на основе никелевого оксида. Цилиндрическая батарея имеет высокую удельную энергию – до 620 Вт·ч/л, а непрерывный срок работы может достигать 13 часов. Разработанные в США компанией «Altairano» литий-ионные аккумуляторы с электродами из наноструктурированных материалов емкостью 35 кВт·ч заряжаются за 10 минут. Дальность пробега автомобиля с такими аккумуляторами на 1 зарядке достигает 200 км. Разрабатываются аккумуляторы емкостью 70 кВт·ч, что позволит увеличить пробег электромобиля до 400 км, что сравнимо с бензиновыми машинами и в 3–4 раза превышает показатель современных электромобилей. В аккумуляторах Altairano вместо углеродного используется анод из нанокристаллов титаната лития с удельной поверхностью около 100 м²/г. За счет большой площади анода разработчикам удалось значительно увеличить допустимые токи заряда и разряда. К тому же титанат лития меньше подвержен тепловому старению, и новый аккумулятор выдерживает до двадцати тысяч циклов перезарядки. Специалисты Новосибирского института химии твердого тела и механохимии СО РАН разработали новый способ получения катодных материалов для литиевых аккумуляторов на основе различных наночастиц: LiMn₂O₄, LiV₃O₈, Li₃Fe₂(PO₄)₃, LiMn₂O₄, LiCoO₂. Новая технология основана на использовании метода механохимической активации. Использование вещества в нанодисперсном состоянии позволяет не только более продуктивно работать с известными катодными материалами, но и создавать совершенно новые химические соединения (LiMe_yMn_{2-y}O₄, где Me = [Co, Cr, Ni, Fe] – металлы), способные хранить большое количество энергии.

Библиографический список

1. Lewis N. Powering the planet // MRS Bulletin. 2007. № 32. P. 808–820.
2. Scrosati B. History of lithium batteries // J Solid State Electrochem. 2007. № 15. P. 1623–1630.
3. Winter M., Besenhard J. O. Wiederaufladbare Batterien. Teil 2: Akkumulatoren mit nichtwäßriger Elektrolytlösung // Chem Unserer Zeit. 1999. № 33 (6). P. 320–332.

4. Садовников А. В., Макачук В. В. Литий-ионные аккумуляторы // Молодой ученый. 2016. № 23 (127). С. 84–89.
5. Lin D., Lu Z., Hsu P.-C., Lee H. R., Liu N., Zhao J., Wang H., Liu C., Cui Y. A high tap density secondary silicon particle anode fabricated by scalable mechanical pressing for lithium-ion batteries // *Energy Environ.* 2015. № 8. P. 2371–2376.
6. Wang X., Liu D., Weng Q., Liu J., Liang Q., Zhang C. Li₄Ti₅O₁₂ scaffolds as superior anodes for lithium-ion batteries // *NPG Asia Mater.* 2015. № 7. P. 1–7.
7. Khalajhedayati A., Pan Z., Rupert T. J. Manipulating the interfacial structure of nanomaterials to achieve a unique combination of strength and ductility // *Nat. Commun.* 2016. № 7. P. 1–8.
8. Yoon S. H., Park C. W., Yang H., Korai Y., Mochida I., Baker T. K., Rodriguez N. M. Novel carbon nanofibers of high graphitization as anodic materials for lithium ion secondary batteries // *Carbon.* 2004. № 42. P. 21–32.

УДК 52-5

И. И. Чеботарев

студент кафедры физики

Г. Л. Плехоткина

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель

НОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДПОЛАГАЕТ, ЧТО РАСШИРЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ ВЛИЯЕТ НА МАССУ ЧЕРНЫХ ДЫР

В течение последних 6 лет обсерватории гравитационных волн обнаруживали слияния черных дыр, подтверждая важное предсказание теории гравитации Альберта Эйнштейна. Но есть проблема – многие из этих черных дыр неожиданно велики. Теперь команда исследователей из Гавайского университета в Маное, Чикагского университета и Мичиганского университета в Энн-Арборе предложила новое решение этой проблемы: черные дыры растут вместе с расширением Вселенной.

С момента первого наблюдения слияния черных дыр, сделанного с помощью Лазерного интерферометра Гравитационно-волновой обсерватории (LIGO) в 2015 г., астрономы неоднократно удивлялись их большим массам. Хотя они не излучают света, слияния черных дыр наблюдаются через излучение гравитационных волн-ряби в структуре пространства-времени, которые были предсказаны общей теорией относительности Эйнштейна. Физики первоначально ожидали, что массы черных дыр будут примерно в 40 раз меньше массы Солнца, потому что сливающиеся черные дыры возникают из массивных звезд, которые не могут удержаться вместе, если станут слишком большими

Однако обсерватории LIGO и Virgo обнаружили много черных дыр с массами, превышающими массу 50 солнц, а некоторые из них достигают массы 100 солнц (рис. 1). Было предложено множество сценариев формирования для образования таких больших черных дыр, но ни один сценарий не смог объяснить разнообразие наблюдаемых до сих пор слияний черных дыр, и нет согласия относительно того, какая комбинация сценариев формирования физически жизнеспособна. Это новое исследование является первым, которое показало, что как большие, так и малые массы черных дыр могут возникать в результате одного пути, при котором черные дыры приобретают массу за счет расширения самой Вселенной.

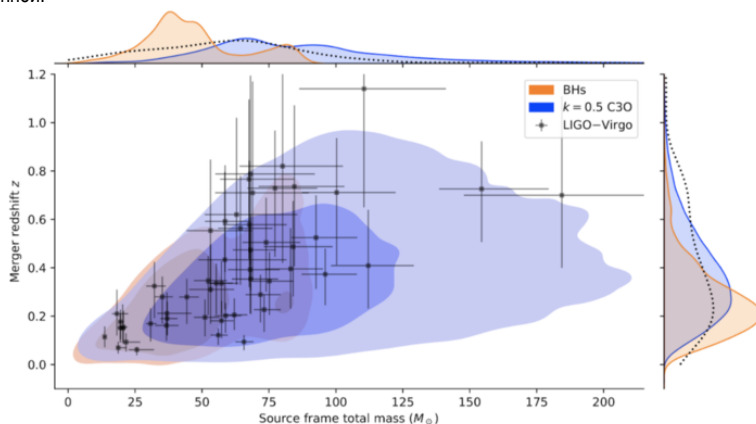


Рис. 1. Результаты исследований обсерваторий LIGO и Virgo

Астрономы обычно моделируют черные дыры внутри Вселенной, которая не может расширяться. «Это предположение упрощает уравнения Эйнштейна, потому что Вселенной, которая не растет, приходится отслеживать гораздо меньше, – сказал Кевин Крокер, профессор кафедры физики и астро-

номии университета Мануа. – Однако есть компромисс: прогнозы могут быть разумными только в течение ограниченного периода времени».

Поскольку отдельные события, обнаруживаемые LIGO-Virgo, длятся всего несколько секунд, при анализе любого отдельного события это упрощение разумно. Но эти же самые слияния потенциально готовятся миллиарды лет. За время между образованием пары черных дыр и их возможным слиянием Вселенная значительно расширяется. Если тщательно рассмотреть более тонкие аспекты теории Эйнштейна, то появляется поразительная возможность: массы черных дыр могут расти в ногу со Вселенной – явление, которое Крокер и его команда называют космологической связью.

Самым известным примером космологически связанного материала является сам свет, который теряет энергию по мере роста Вселенной. «Мы думали рассмотреть противоположный эффект, – сказал соавтор исследования и профессор физики и астрономии Э-Мануа Дункан Фарра. – Что бы наблюдала LIGO-Virgo, если бы черные дыры были космологически связаны и получали энергию без необходимости потреблять другие звезды или газ?»

Чтобы проверить эту гипотезу, исследователи смоделировали рождение, жизнь и смерть миллионов пар крупных звезд. Любые пары, в которых обе звезды погибли, образовав черные дыры, затем были привязаны к размеру Вселенной, начиная с момента их смерти. По мере того, как Вселенная продолжала расти, массы этих черных дыр росли по мере того, как они по спирали приближались друг к другу. Результатом стали не только более массивные черные дыры после слияния, но и многие другие слияния. Когда исследователи сравнили данные LIGO-Virgo со своими прогнозами, они пришли к разумному согласию. «Должен сказать, что сначала я не знал, что и думать, – сказал соавтор исследования и профессор Мичиганского университета Грегори Тарле. – Это была такая простая идея, я был удивлен, что она так хорошо сработала».

По мнению исследователей, эта новая модель важна, потому что она не требует никаких изменений в нашем нынешнем понимании звездообразования, эволюции или смерти. Согласие между новой моделью и нашими текущими данными заключается в простом признании того, что реалистичные черные дыры не существуют в статичной вселенной. Однако исследователи постарались подчеркнуть, что тайна массивных черных дыр LIGO-Virgo далека от разгадки.

Соавтор исследования и профессор физики и астрономии ЭМ Мануа Куртис Нисимура выразил оптимизм в отношении будущих испытаний этой новой идеи: «Поскольку обсерватории с гравитационными волнами продолжают повышать чувствительность в течение следующего десятилетия, увеличение количества и качества данных позволит использовать новые методы анализа. Это будет измерено достаточно скоро».

1. Модель. Принимаем следующую однопараметрическую модель космологической связи:

$$m(a) = m_0 \left(\frac{a}{a_i} \right)^k, \text{ где } a \geq a_i. \quad (1)$$

Здесь m_0 – активная гравитационная масса входного звездного остатка, a – масштабный коэффициент, a_i – масштабный коэффициент, при котором образовался входной звездный остаток, k – безразмерная постоянная. Эта форма обусловлена известным космологическим сдвигом энергии в фотонах ($k = -1$) и предсказанным космологическим сдвигом энергии в чистых объектах DE ($k = 3$). Обратите внимание, что $k \rightarrow 0$ – это развязанный предел, $k < 0$ дает космологическую потерю энергии, $a > 0$ дает космологический прирост энергии. Исходя из глобального анализа, физически реалистичные значения k ограничены

$$-3 \leq k \leq 3, \quad (2)$$

по требованию, чтобы все причинные наблюдатели воспринимали причинный поток.

Для каждой входной двоичной системы мы численно интегрируем орбиту через линейный режим излучения. Пусть R обозначает большую полуось, угловой момент L , эксцентриситет, основную массу M и отношение масс q . Типичные линейные эволюционные уравнения выводятся в предположении, что M не эволюционирует во времени. Мы распространяем эти уравнения на системы СЗО. Поскольку космологическая связь не вводит предпочтительных пространственных направлений, угловой

момент и эксцентриситет двойной системы не влияют. Это означает, что dL/da и de/da являются неизменными по сравнению со стандартными выражениями Петерса, за исключением замены массы, зависящей от времени. Оставшееся эволюционное уравнение для полуоси затем следует из правила цепочки:

$$\frac{dR}{da} = \underbrace{\frac{\partial R}{\partial e} \frac{dL}{da} \Big|_{e,M}}_{\text{радиоактивный распад}} + \underbrace{\frac{\partial R}{\partial e} \frac{de}{da} \Big|_{L,M}}_{\text{адиабатический распад}} + \underbrace{\frac{\partial R}{\partial e} \frac{dM}{da} \Big|_{e,L}}_{\text{адиабатический распад}} \quad (3)$$

Методы. Представленная модель требует ввода популяции звездных остатков, распределенных по красному смещению образования. Для простоты мы предполагаем, что полная популяция компактных остатков происходит из канонического канала эволюции изолированных двойных, который включает отверждение компактного двойного прародителя либо за счет стабильного переноса массы, либо за счет фазы общей оболочки.

Чтобы сравнить выходную популяцию с компактными двойными файлами, наблюдаемыми LIGO–Virgo, мы оцениваем относительный чувствительный объем пространства-времени каждого моделируемого слияния с учетом его массы и красного смещения слияния. Мы предварительно вычисляем вероятности обнаружения для сетки систем в первичной массе, соотношении масс и пространстве красного смещения, используя сеть из трех обсерваторий, состоящую из LIGO в Хэнфорде, LIGO в Ливингстоне и Virgo со спектральными плотностями средней мощности [1 – 4]. Используя эту сетку, мы используем алгоритм ближайших соседей для определения вероятности обнаружения каждой системы в нашей популяции на основе ее масс и красного смещения. Относительный вес обнаружения каждой системы также учитывает объем исследуемого пространства-времени, так что относительный вес каждой системы i равен

$$w_i = p_{\text{det}}(M_i, q_i, z_i) \frac{dV_c}{dz} \frac{dt_m}{dt_0} \quad (4)$$

Результаты. Чтобы продемонстрировать полезность модели, мы представляем популяцию СЗО ($k = 0,5$) и несвязанную популяцию ($k = 0$) на рис. 1. Эти наблюдаемые популяции начинаются с идентичных исходных популяций звездных остатков. Известные трения между популяцией LVC и BHS, как и ожидалось по каналу изолированной бинарной эволюции, очевидны. В частности, отсутствие систем с общей массой исходного кадра $\approx 90 M_{\odot}$ обусловлено процессом нестабильности пар, ограничивающим массу компонентов BHS до $\approx 45 M_{\odot}$. Если эволюционировать как СЗО, остатки, сформированные по этому же каналу, демонстрируют хорошее качественное соответствие. Широкое распределение в общей массе исходного кадра СЗО намного ближе к популяции LVC в месте наклона и пика. Популяция СЗО также воспроизводит предпочтения населения LVC для слияний с более высоким красным смещением. Это ожидаемая корреляция в массе и красном смещении от смещения наблюдений; массивные системы легче обнаружить, в то время как на горизонте обнаружения, где чувствительный объем больше, будет обнаружено больше систем.

Контуры отображают 1σ (темную) и 2σ (светлую) достоверность. Прогнозируемые обнаруживаемые популяции вычисляются из тех же 10^{16} входных двойных файлов звездных остатков. Разделенная популяция произвела 8417 наблюдаемых слияний, в то время как популяция $k = 0,5$ произвела 167 867, 20×10^6 увеличение скорости слияний. Самая последняя выборка LVC бинарных слияний (черная) нанесена на график с вероятными интервалами в 90% общей массы и красного смещения. Маргинальные распределения в красном смещении слияния и общей массе исходного кадра отображаются на правой и верхней осях соответственно, при этом для справки приведена популяция LVC (пунктиром черным). Бинарные системы LVC с первичной или вторичной массой менее $2,5 M_{\odot}$ были исключены. Достоверные интервалы на уровне 90% были усечены для двух крайних систем LVC для ясности визуализации (рис. 3).

Зависимость наблюдаемой совокупности от силы связи k показана на рис. 2. Тенденция заключается в более плавном распределении с увеличением красного смещения слияния и постепенным увеличением массы по мере увеличения прочности сцепления. Красное смещение горизонта выравни-

вается, так как массивные слияния, которые были бы видны на этом горизонте, смещены красным вне полосы.

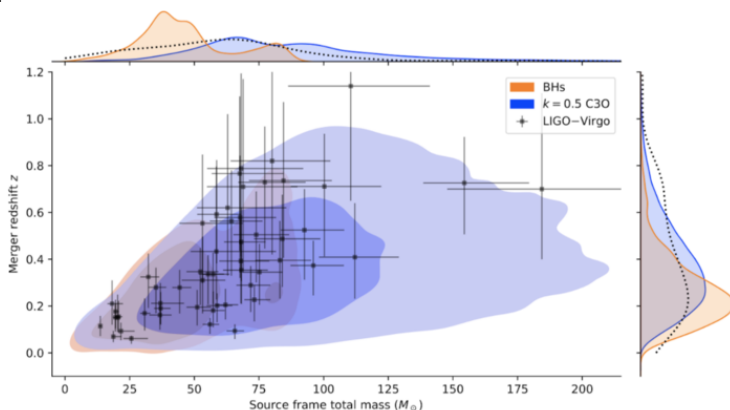


Рис. 2. Наблюдаемое красное смещение слияния и совместное распределение общей массы исходного кадра разделенной популяции звездных остатков ($k = 0$, оранжевый) и той же популяции звездных остатков, эволюционировавшей как космологически связанные объекты ($k = 0,5$, синий)

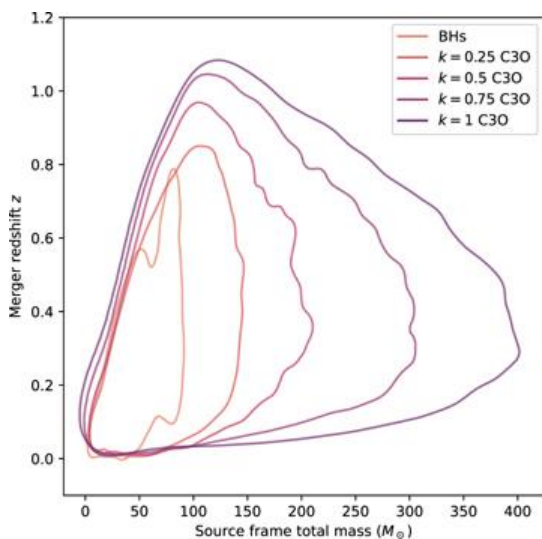


Рис. 3. Наблюдаемое красное смещение и доверительные интервалы совместного распределения общей массы исходного кадра при 2σ для сетки космологических сил связи $0 \leq k \leq 1$. Более темный цвет указывает на увеличение силы с шагом $\Delta k = 0,25$. Черные дыры соответствуют $k = 0$ и не соединяются

Библиографический список

1. Abbott B. P. et al. (LIGO Scientific Collaboration, Virgo Collaboration), Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger, Phys. Rev. Lett. 116, 061102. 2016.

2. Abbott B. P. et al. (LIGO Scientific Collaboration, Virgo Collaboration), GW151226: Observation of Gravitational Waves from a 22-Solar-Mass Binary Black Hole Coalescence, *Phys. Rev. Lett.* 116, 241103. 2016.
3. Abbott B. P. et al. (LIGO Scientific Collaboration, Virgo Collaboration), GW150914: First Results from the Search for Binary Black Hole Coalescence with Advanced LIGO, *Phys. Rev. D* 93, 122003. 2016.
4. Abbott B. P. et al. (LIGO Scientific Collaboration, Virgo Collaboration), Binary Black Hole Mergers in the First Advanced LIGO Observing Run, *Phys. Rev. X* 6, 041015. 2016.
5. Aasi J. et al. (LIGO Scientific Collaboration), Advanced LIGO, *Classical Quantum Gravity* 32, 074001. 2015.
6. Acernese F. et al. (Virgo Collaboration), Advanced Virgo: A Second-Generation Interferometric Gravitational Wave Detector, *Classical Quantum Gravity* 32, 024001. 2015.
7. Nitz A. H. et al. PyCBC Software. URL: <http://github.com/ligo-cbc/pycbc>.
8. Usman S. A. et al. The PyCBC Search for Gravitational Waves from Compact Binary Coalescence, *Classical Quantum Gravity* 33, 215004. 2016.
9. Sachdev S. et al., The GstLAL Search Analysis Methods for Compact Binary Mergers in Advanced LIGO's Second and Advanced Virgo's First Observing Runs, The GstLAL Search Analysis Methods for Compact Binary Mergers in Advanced LIGO's Second and Advanced Virgo's First Observing Runs arXiv:1901.08580.
10. Messick C. et al. Analysis Framework for the Prompt Discovery of Compact Binary Mergers in Gravitational-Wave Data, *Phys. Rev. D* 95, 042001. 2017.
11. Klimenko S. et al. Method for Detection and Reconstruction of Gravitational Wave Transients with Networks of Advanced Detectors, *Phys. Rev. D* 93, 042004. 2016.
12. Krolak and Schutz B. F. Coalescing Binaries—Probe of the Universe, *Gen. Relativ. Gravit.* 19, 1163. 1987.

УДК 533.5

Л. В. Шуть

студент кафедры физики

Ю. А. Новикова

кандидат физико-математических наук – научный руководитель

ФИЗИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ПРОБОВ В ВАКУУМЕ

Введение. На сегодняшний день большинство современных отраслей промышленности не может обойтись без вакуумного оборудования. Надежность и сроки его эксплуатации определяются как в ходе разработки и испытаний, так и посредством реализации контроля условий работы, защищающих от случаев электрического пробоя в вакууме.

Материалы и методы. Понятие «вакуум» в настоящее время используется в нескольких значениях. В переводе с латинского слово «вакуум» означает пустота, и в этом смысле оно уже давно используется в философии. Древнегреческий философ Демокрит одним из «начал мира» выбрал пустоту. Позднее Аристотель вводит понятие эфира – неощутимой среды, способной передавать давление [1]. Материальность вакуума до сих пор является предметом обсуждения философов. Способность передать электромагнитные волны, аннигиляция и случайное появление микрочастиц и античастиц являются свойствами вакуума, нуждающимися в дальнейшем изучении современной теоретической и экспериментальной физикой. В технике вакуумом называют состояние газа, при котором его давление ниже атмосферного. При давлениях близких к атмосферному количественно вакуум можно определять, как разность атмосферного давления и абсолютного давления в вакуумной системе. Существуют дифференциальные манометры, которые непосредственно измеряют эту разность давлений и называются вакуумметрами [2]. Количественное определение вакуума появилось в начале развития вакуумной техники, когда возможности получения низких давлений были еще сравнительно невелики. При абсолютном давлении, отличающемся от атмосферного более, чем на два порядка, эта разность давлений остается практически постоянной и не может служить характеристикой разреженного газа. В таких условиях состояние газа количественно определяют его абсолютным давлением, а слово «вакуум» используют как характеристику состояния разреженного газа, давление которого меньше атмосферного. Различают низкий, средний, высокий вакуум в зависимости от критерия Кнудсена, который зависит не только от давления, но и от размеров вакуумной камеры.

Применение вакуума началось задолго до понимания всех его свойств. Несколько тысяч лет тому назад вакуум уже использовался в водоподъемных и пневматических устройствах. При первом применении вакуума использовалось его силовое воздействие для подъема воды из колодцев. В настоящее время оно используется в вакуумных захватных устройствах, пневматических механизмах и медицинских приборах [3].

Отсутствие кислорода губительно влияет на все живые организмы, за исключением некоторых вирусов. Однако возможность создания управляемой газовой среды используется в барокамерах для лечения людей и сохранения продуктов. При отсутствии кислорода появляется возможность получения активных металлов и других веществ, создаются благоприятные условия для работы нагревателей и катодов при высоких температурах. Скорость испарения различных веществ в вакууме значительно повышается. На этом основана сушка при комнатной температуре продуктов, древесины и других предметов. Вода начинает кипеть при комнатной температуре при давлении в 40 раз меньше атмосферного. Испарение материалов в вакууме используется для нанесения тонкопленочных покрытий [4]. Изоляционные свойства вакуума при передаче тепла и звука используются в строительных блоках, сосудах для хранения нагретых и охлажденных предметов. Возможность прохождения через вакуум электромагнитного излучения используется для нагрева, спектральной диагностики состава газов, измерения температуры в вакуумной камере.

Применение вакуумной техники непрерывно расширяется. Она используется во многих наукоемких технологиях, которые позволяют развиваться современной промышленности. Наиболее важным ее применением остается электронная техника. В электровacuумных приборах вакуум является кон-

структивным элементом, обязательным для их функционирования в течение всего срока службы. Низкий и средний вакуум используются в осветительных приборах и газоразрядных устройствах. Высокий вакуум – в приемно-усилительных и генераторных лампах. Наиболее высокие требования к вакууму предъявляются при производстве электронно-лучевых трубок и сверхвысокочастотных приборов. Для работы полупроводникового прибора вакуум не требуется, но в процессе его изготовления широко используется вакуумная технология. Особенно широко вакуумная техника применяется в производстве микросхем, где процессы нанесения тонких пленок, ионного травления, имплантации, электронолитографии обеспечивают получение элементов электронных схем субмикронных размеров.

В металлургии плавка и переплав металлов в вакууме освобождает их от растворенных газов, благодаря чему они приобретают высокую механическую прочность, пластичность и вязкость. Плавкой в вакууме получают безуглеродистые сорта железа для электродвигателей, высокоэлектропроводную медь, магний, кальций, тантал, платину, титан, цирконий, бериллий, редкие металлы и сплавы. В производстве высококачественных сталей широко применяется вакуумирование. Спекание в вакууме порошков тугоплавких металлов, таких как вольфрам и молибден, является одним из основных технологических процессов порошковой металлургии. Сверхчистые вещества, полупроводники, диэлектрики изготавливаются в вакуумных кристаллизационных установках. Диффузионная сварка в вакууме позволяет получать неразъемные герметичные соединения материалов с сильно различающимися температурами плавления. Таким способом соединяют керамику с металлом, сталь с алюминием и т. д. Высококачественное соединение материалов с однородными свойствами обеспечивает электронно-лучевая сварка в вакууме. Сплавы с любым соотношением компонентов могут быть получены методами вакуумной молекулярной эпитаксии. Ионная имплантация позволяет разрабатывать новые методы улучшения поверхностных свойств материалов. Искусственные кристаллы алмаза, рубина, сапфира получают в вакуумных установках.

В машиностроении вакуум применяется при исследованиях процессов схватывания материалов и сухого трения, для нанесения упрочняющих покрытий на режущий инструмент и износостойких покрытий на детали машин, захвата и транспортирования деталей в автоматах и автоматических линиях. Химическая промышленность применяет вакуумные сушильные аппараты при выпуске синтетических волокон, полиамидов, аминопластов, полиэтилена, органических растворителей. Вакуум-фильтры используются при производстве целлюлозы, бумаги и смазочных масел. В производстве красителей и удобрений применяются кристаллизационные вакуумные аппараты. В электротехнической промышленности вакуумная пропитка, как самый экономичный метод, широко распространена в производстве трансформаторов, электродвигателей, конденсаторов и кабелей. Повышаются срок службы и надежность при работе в вакууме переключающих электрических аппаратов. Оптическая промышленность при производстве зеркал перешла с химического серебрения на вакуумное алюминирование. Просветляющие и защитные слои, интерференционные фильтры получают напылением тонких слоев в вакууме [5].

При наличии разности потенциалов прохождение электрического тока через разреженные газы связано с перемещением электронов и положительных ионов. При отсутствии электрического поля энергетическое распределение электронов, ионов и нейтральных молекул одинаково.

Ионизация молекул остаточных газов с образованием свободных электронов и положительных ионов возможна при воздействии на молекулу α -, β - или γ -излучения с энергией, превышающей энергию ионизации соответствующих газов. Наиболее часто для ионизации остаточных газов используется электронная бомбардировка. Процесс ионизации остаточных газов численно характеризуется эффективностью ионизации молекул ϵ , т. е. числом пар ионов, образованных одним электроном на пути в 1 м при давлении 1 Па.

Электропроводность газового промежутка при самостоятельном разряде (без дополнительных ионизирующих излучений) зависит от давления. Газ всегда содержит свободные электроны, появляющиеся, например, при взаимодействии с космическим излучением. При низком вакууме в связи с малой длиной свободного пути эти электроны под воздействием электрического поля не успевают приобрести энергию, необходимую для ионизации молекул газа. Электропроводность газа в таких условиях мала. При высоком вакууме в связи с малым количеством заряженных частиц электропроводность газового промежутка также мала. В области среднего вакуума наблюдаются наибольшие значения электропроводности газа. В этих

условия свободные электроны осуществляют ионизацию молекул остаточных газов, а образующиеся при этом вторичные электроны поддерживают самостоятельный заряд. Электросопротивление газового промежутка может характеризоваться пробивным напряжением $U_{пр}$, которое зависит от природы газа, расстояния между электродами и давления. Пробивное напряжение зависит от произведения давления газа на расстояние между электродами, а не от каждого из этих параметров в отдельности.

При бомбардировке поверхности пучками электронов или ионов возникает вторичная электронная эмиссия. Причинами ее возникновения являются: отражение первичного пучка электронов, передача свободным электронам энергии, достаточной для диффузии к поверхности и преодоления работы выхода, переходы электронов между их энергетическими уровнями в твердом теле. Энергия отраженных электронов может быть равна энергии первичных электронов. Энергия вторичных электронов, диффундирующих из объема твердого тела, находится в пределах от 1 до 5 эВ. Энергия электронов, возникающих в результате энергетических переходов (Оже-электроны) [6] находится в пределах от 10 до 20 эВ. Анализ энергетических спектров Оже-электронов, позволяет получить сведения о составе и количестве элементов на поверхности. Она сильно зависит от адсорбции газов и позволяет наблюдать образование малых долей 49 мономолекулярного слоя, что делает ее полезным инструментом для поверхностных исследований в сверхвысоком вакууме. Пока не существует теории, позволяющей на основании фундаментальных свойств материалов рассчитывать эффективность вторичной электронной эмиссии. Она определяется экспериментально, как число вторичных электронов, образованных одной первичной частицей.

Прохождение электрического тока через разреженные газы в области среднего вакуума сопровождается свечением газа, зависящим от рода газа и давления. Это явление используется для качественного определения давления и состава газа. При давлениях порядка 10^3 Па разряд появляется между электродами в виде тонкого шнура, который при давлениях около 10^2 Па заполняет всю разрядную трубку. При этом в разряде от катода к аноду можно выделить несколько характерных областей: катодное темное пространство (Астона); светящийся слой, создающий катодное свечение; темное пространство (Крукса); зона отрицательного свечения; темная зона (Фарадея); положительный столб; анодное темное пространство. Положительный столб имеет интенсивное свечение, по цвету которого можно судить о роде газа, заполняющего разрядный промежуток; воздух светится голубым цветом, кислород – желтым, азот – оранжевым, гелий – розовым, пары воды – голубоватым, аргон – фиолетовым, неон – красным.

Результаты. Пусть в вакуум введены через изоляторы два электрода, подключенные к источнику напряжения (рис. 1). Если измерить ток, протекающий в цепи, то прибор покажет ток утечки по изоляторам, но этот ток весьма мал. Что ж, это естественно – ток есть там, где есть подвижные носители заряда и электрическое поле. Поле в вакууме есть, но подвижных носителей заряда там нет, так как молекулы остаточных газов нейтральны.

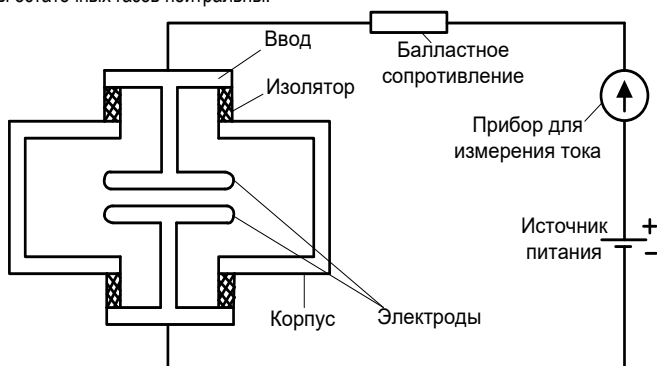


Рис. 1. Схема для исследования вакуумного пробоя. Отрицательный полюс источника питания часто заземляют для более безопасной эксплуатации установки

Если увеличивать напряжение, то при напряженности поля порядка 10^7 В/м появится так называемый «предпробойный ток», но вести он себя будет странно – то увеличиваться, то уменьшаться, то в течение какого-то времени оставаться постоянным. Напряженность поля, при которой заметим этот ток, зависит от чувствительности прибора. Но если продолжать увеличивать напряженность, то начнут происходить резкие возрастания (броски) тока, чем дальше, тем чаще, и, наконец, в некоторый момент ток сильно возрастет, а напряжение между электродами уменьшится – ток будет настолько велик, что значительная часть напряжения будет падать на балластном сопротивлении. Явление сильного уменьшения сопротивления диэлектриков при определенном напряжении называется электрическим пробоем диэлектрика. Аналогичное явление в вакууме называется «вакуумным пробоем».

Перед пробоем в вакууме не было ни твердой, ни жидкой среды, следовательно, это пробой в газе. Откуда газ берется в вакууме? Посредством десорбции и испарения. Но для удаления атомов с поверхности нужна энергия. Источник ее имеется – электроны, пролетающие через зазор («предпробойный ток»), бомбардируют анод, который при этом разогревается, и с него начинается десорбция газа, да и его собственный материал испаряется. Но откуда берутся электроны, летящие через вакуумный зазор? Носители заряда могут попасть в вакуум только из электродов. Процессы выхода электронов из электродов называются эмиссией. Давление остаточных газов и связанная с ним степень покрытия поверхности молекулами адсорбированных газов оказывает сильное влияние на электронную эмиссию твердых тел. Средняя энергия электронов в твердом теле называется энергией Ферми (уровень Ферми). Эмиссии электронов из твердых тел препятствует энергетический барьер, называемый работой выхода электронов. Для большинства металлов работа выхода электронов находится в пределах от 2 до 6 эВ. Адсорбция газов или паров на поверхности изменяет работу выхода пропорционально степени. При этом работа выхода электрона из материала с покрытием может понижаться или повышаться в зависимости от выбранных материалов подложки и покрытия. Для цезия на вольфраме работа выхода снижается на 2,7 эВ, а для азота на вольфраме – повышается на 0,5 эВ. Электроны, которые приобрели энергию больше суммы энергии Ферми и работы выхода, могут покинуть твердое тело. Зависимость плотности эмиссионного тока от температуры:

$$j = AT^2 \exp\left(-\frac{\phi}{kT}\right), \quad (1)$$

где j – плотность тока, А/см²; T – абсолютная температура, К; ϕ – работа выхода, Дж; $k = 1,23 \cdot 10^{-23}$ Дж/К; $A \approx 120$ А/(см²·К²). При высоких напряженностях электрического поля возникает вероятность прохождения электронами потенциального поверхностного барьера (туннельный эффект). Такая эмиссия электронов называется автоэлектронной и подчиняется уравнению [2]

$$j = \frac{4\sqrt{\mu/\phi}}{\mu + \phi} \frac{e^3 E^2}{8\pi h \phi} \exp\left(\frac{-8\pi\sqrt{2m\phi^2}}{3hEe}\right), \quad (2)$$

где E – напряженность электрического поля; e – заряд электрона; h – постоянная Планка; μ – энергия Ферми; ϕ – работа выхода. Чтобы выйти, электронам необходимо преодолеть потенциальный барьер. Его высота называется работой выхода.

Если внешнее электрическое поле велико (порядка 10^{10} В/м), то потенциальный барьер становится «тонким», и электрон, чуть-чуть (примерно на $3 \cdot 10^{-10}$ м) отлетевший от тела, подхватывается полем и дальше уже только ускоряется им. Действительно, при поле 10^{10} В/м на расстоянии $3 \cdot 10^{-10}$ м потенциальная энергия электрона изменяется на 3 В – порядка высоты потенциального барьера (рис. 2).

Такая эмиссия называется автоэлектронной, и она сильно зависит от напряженности электрического поля. Так, если катод сделан из меди, никеля, молибдена или вольфрама, то при увеличении поля лишь в 3 раза (от 10^9 до $3 \cdot 10^9$ В/м) эмиссия возрастает на 12 порядков (примерно одинаково для всех этих металлов).

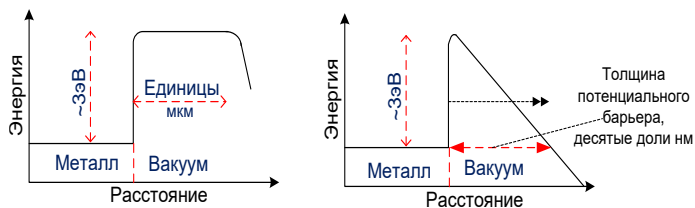


Рис. 2. Потенциальная энергия электронов как функция расстояния при термоэлектронной эмиссии (слева) и автоэлектронной эмиссии (справа). Двойная стрелка – тунелирование электронов

Обсуждение. Но как создать такие большие поля? В технике практически не работают с напряжениями более нескольких миллионов вольт, так что, казалось бы, вызвать заметную автоэмиссию при больших вакуумных зазорах невозможно. Но предпробойные токи все-таки текут, и если микро-, а зачастую и миллиамперметр показывает наличие тока, то приходится в него верить.

Известно, что на поверхности могут возникать негладкие неравномерности (вискеры). Экспериментально подтвержден тот факт, что электрическое поле концентрируется сильнее около остриев, выступов, кромок и т. п. Именно по этой причине молниеотвод острый, чтобы большее поле вызвало стекание зарядов в атмосферу, а электрофорная машина заканчивается шариками, чтобы накопленный заряд не стек в атмосферу преждевременно, и аудитория могла полюбоваться искусственной молнией.

Усиленное на вискерах поле вызывает автоэлектронную эмиссию. Ток, протекающий по вискере, разогревает его, те же электроны бомбардируют анод, разогревают и его, вакуум заполняется десорбированным с электродов газом и испаренным материалом электродов, и в этой среде происходит электрический пробой. Итак, пробой вакуумного промежутка – это процесс, в результате которого этот промежуток заполняется газом (затем следует пробой в газе).

Библиографический список

1. Чернов С. А. История и философия науки: учеб. пособие. СПб.: СПбГУТ им. М. А. Бонч-Бруевича, 2021. 162 с.
2. Попов А. Н. Вакуумная техника: учеб. пособие. Минск: Новое знание, 2012. 167 с.
3. Демихов К. Е., Панфилов Ю. В., Никулин Н. К., Автономова И. В. Вакуумная техника: справочник. М.: Машиностроение, 2009. 590 с.
4. Котликов Е. Н., Новикова Ю. А., Тропин А. Н. Проектирование и изготовление интерференционных покрытий. СПб.: ГУАП, 2016. 287 с.
5. Novikova Yu. A. Optical multilayer anti-reflecting coating in the infrared range // J. Phys.: Conf. Ser. 2019. V.1399. 6 p.
6. Фомин Д. В., Дубов В. Л. Электронная Оже-спектроскопия: учеб.-метод. пособие. Благовещенск, 2015. 45 с.

УДК 523.3

Н. М. Эсмонтов

студент кафедры физики

Г. Л. Плехоткина

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель

РОССИЙСКАЯ ПРОГРАММА ИССЛЕДОВАНИЯ ЛУНЫ

23 сентября — «Роскосмос» объявил тендер на проведение научно-исследовательских работ по изучению проблемных вопросов программы пилотируемых полетов на Луну. Необходимо разработать требования к космической технике для подобных миссий.

Госпредприятие впервые указало, что Россия будет использовать ракету «Ангара» и малый транспортный корабль для первых пилотируемых полетов к Луне. «Ангара» – разрабатываемое семейство российских ракет-носителей (РН) с кислородно-керосиновыми двигателями, включает в себя носители от легкого до тяжелого классов.

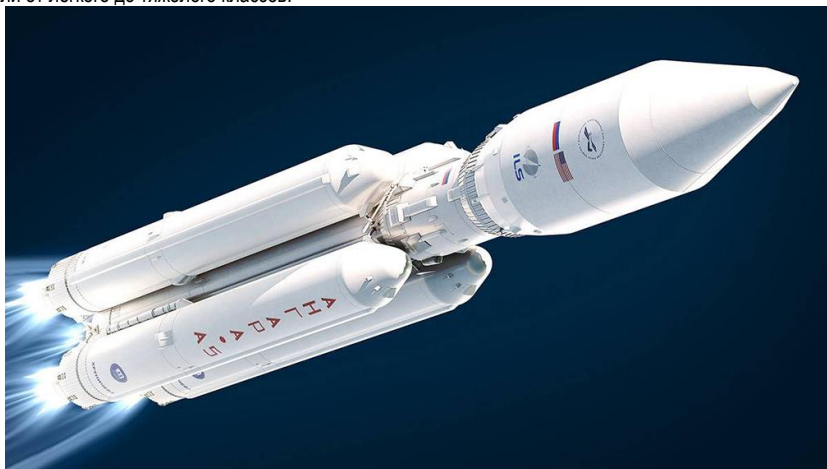


Рис. 1. Ракетноситель семейства «Ангара»

К полетам на сверхтяжелой ракете, которую запланировано создать на основе новых технических решений, планируется перейти на втором этапе Лунной программы.

Также требуется разработка требований к малому лунному взлетно-посадочному кораблю, предназначенному для высадки космонавтов на поверхность спутника Земли. Сообщается, что без указанного комплекса высадка на Луну невозможна, но его разработка на тот момент не входила ни в одну из программ. Так же, как и разработка скафандра нового типа для работы на Луне и создание его экспериментального макета, средств защиты здоровья космонавтов, строительного лунохода, «луномобиля», обитаемого и энергетического модулей лунной базы и корабля для доставки грузов на Луну.

Российская программа исследования Луны предусматривает разработку сверхтяжелой ракеты, пилотируемого транспортного и лунного взлетно-посадочного корабля. Первые результаты предполагается представить в конце 2022 г. В целом всю программу нужно подготовить к середине ноября 2025 года. Предполагается 3 этапа, которые будут проходить до 2040 г. В августе 2019 г. каждому этапу присвоены следующие названия.

Первый этап (2021–2025 гг.) – «Вылазка». Отработка всех технологий на МКС, создание базового модуля окололунной станции, испытания перспективного пилотируемого корабля «Орел», беспилотного

лотные облеты Луны «Орлом» и исследование Луны автоматическими станциями серии «Луна» (Луна-25, 26, 27, 28) с нижеуказанными характеристиками с целью решения научных задач, разведывания местности и подготовки дальнейших шагов. Околослунная орбитальная станция может быть создана на базе элементов российского сегмента МКС, в частности, узловой модуль (2021 г.), пилотируемый транспортный корабль и научно-энергетический модуль (НЭМ) (2022 г.); для высадки на поверхность на станции будут находиться лунные взлетно-посадочные и грузовые модули. В данную сумму входят средства на создание системы, поставку космических аппаратов и средств выведения, а также обеспечение запусков.

Второй этап (2025–2035 гг.) – «Форпост». Отработка средств доступа на поверхность Луны: пилотируемые полеты с облетом в 2026 г. и высадкой космонавтов (после 2030 г.; длительность – 14 суток) на поверхность Луны для создания и размещения первых элементов посещаемой базы. В период 2025–2030 гг. произойдет развертывание на околослунной орбите спутников связи.

Третий этап (после 2035 г.) – «База». Планируется завершение строительства посещаемой лунной базы. Создание научной инфраструктуры в виде постройки двух Лунных астрономических обсерваторий (по радиоастрономии и космическим лучам). Создание инфраструктуры, добыча водяного льда и создание на его основе кислородно-водородного топлива, строительство радиационно-защищенных мест дислокации. Создание единой системы пилотируемых и автоматических средств освоения Луны. В период 2036–2040 гг. произойдет развертывание на околослунной орбите навигационных аппаратов для прокладки маршрутов работающей на поверхности техники. Глобальная спутниковая навигационная система Луны должна включать спутники на земной орбите, транслирующие навигационный сигнал от Земли, а также сеть космических аппаратов на орбите Луны.

Научные задачи:

- исследование состава вещества и физических процессов на лунных полюсах;
- исследование процессов взаимодействия космической плазмы с поверхностью и свойств экзосферы на лунных полюсах;
- исследование внутреннего строения Луны методами глобальной сейсмометрии;
- исследование космических лучей сверхвысоких энергий;

Использование беспилотных летательных аппаратов и их данные:

- ЛУНА-25 «ГЛОБ» – посадочная станция для южного полюса Луны.

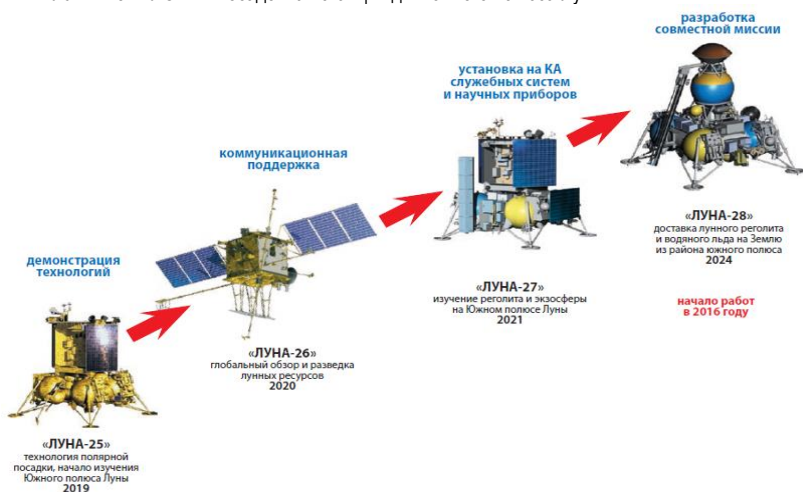


Рис. 2. (автоматы) Лунной программы России

Цель: испытание универсальной посадочной платформы.

Научная нагрузка: 20 кг.

Место посадки: кратер Богуславского.

Срок службы: 1 год.

ЛУНА-26 «РЕСУРС» – орбитальный зонд.

Цель: связь, картирование поверхности Луны и изучение химического состава реголита.

ЛУНА-27 «РЕСУРС» – тяжелая посадочная станция (Южный полюс).

Цель: изучение проб реголита и водяного льда в районе посадки.

Научная нагрузка: мини-луноход, европейская буровая установка (до 2 м), рука-манипулятор.

Источник питания: РИТЭГ (радиоизотопный термоэлектрический генератор).

Срок службы: 1 год.

ЛУНА-28 «ГРУНТ» – станция с возвращаемой ракетой (Южный полюс).

Цель: возврат на Землю образца лунного льда.

Оборудование: ракета, луноход для доставки пробы льда.

Лунная база

Ранее сообщалось, что Россия планирует между 2036 и 2040 гг. развернуть на Луне полномасштабную базу. Такая база должна включать модули с системами жизнеобеспечения и радиационной защитой для проживания космонавтов, центры космического мониторинга Земли, средства энергообеспечения и связи, космические стенды для экспериментов по переработке и использованию лунного вещества и природных ресурсов, стенды для отработки и испытаний новых космических средств и технологий. Вокруг базы должна располагаться лунная астрономическая обсерватория. Директор Института геохимии и аналитической химии РАН Юрий Костицын отметил, что породы на Луне такие же, как и на Земле, что позволит добыть материал для строительства по большей части на Луне. В лунных базальтах, по сравнению с земными, больше металлов, необходимых для конструкций – алюминия и титана. «Чтобы строить на Луне базу, сначала нужно наладить там жизнь и решить вопрос защиты людей от космической радиации. Для этого из лунного вещества нужно строить укрытия, а внутри них поддерживать атмосферу. С Земли возить кислород затруднительно, поэтому вода на Луне представляет первостепенный интерес – нам необходимо понять, сколько ее там, насколько она доступна и как из нее освободить кислород», – добавил Костицын.

В настоящее время начинается новый этап изучения Луны и новых экспедиций с помощью пилотируемых аппаратов.

Библиографический список

1. Сайт Скафандры. URL: <https://lenta.ru/news/2021/07/19/skafi/> (дата обращения: 12.04.2022).
2. Сайт Информация про лунную базу. URL: <https://ria.ru/20181211/1547778916.html> (дата обращения: 12.04.2022).
3. Сайт Информация про беспилотные летательные аппараты. URL: <https://kosmolenta.com/index.php/project-lunar/lunar-program-overview> (дата обращения: 12.04.2022).
4. Сайт Информация про Лунную программу. URL: <https://ria.ru/20210923/luna-1751460781.htm> (дата обращения: 12.04.2022).

УДК 5785

А. Е. Агафонов, Д. А. Салтыков, А. Л. Щелкотунов, Д. А. Чапин

студенты кафедры инноватики и интегрированных систем качества

И. В. Мателенок

кандидат технических наук – научный руководитель

**ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАДИАЦИОННОГО ФОНА
НА ТЕРРИТОРИИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

Радиационный фон Санкт-Петербурга оказывает влияние на здоровье жителей города и поэтому подлежит постоянному мониторингу. Таковой осуществляется посредством автоматизированной системы контроля радиационной обстановки Санкт-Петербурга (АСКРО СПб.), находящейся в ведении государственного геологического унитарного предприятия «Специализированная фирма "Минерал"» и состоящей из стационарных автоматических постов контроля радиационной обстановки, интегрированных в состав автоматических станций мониторинга атмосферного воздуха (стационарных постов наблюдений), расположенных во всех районах Санкт-Петербурга. Адреса постов и текущие показания мощности дозы на каждом из них доступны по ссылке [1]. Также данные о динамике радиационного фона собираются в ходе эпизодических обследований территорий и объектов в городской черте специалистами профильных организаций (в рамках инженерно-экологических изысканий и т. п.). Для населения доступ к данным мониторинга радиационной обстановки за 2014–2021 гг. организован через сайт [2]. На их основе можно составить представление о характере изменения радиационной обстановки.

Настоящая работа направлена на оценку изменений радиационной обстановки в различных районах города за последние годы. Предполагалось решение таких задач, как поиск источников информации о проводимом мониторинге, сбор статистики, проведение полевых выездов с оценкой мощности дозы, сравнение результатов с официальными данными и анализ собранных сведений.

Источником информации об изменениях радиационной обстановки в масштабах года и нескольких лет выступал упомянутый выше ресурс [2]. Были проанализированы данные за 2014–2021 гг. Также авторами 29.11.2021 были проведены замеры мощности дозы (МАЭД) около постов № 10 и № 12 АСКРО СПб, расположенных по адресам: улица Пестеля, д. 1/12 и Московский проспект, д. 19. Для этого применялись следующие приборы: дозиметр Radex 1706 (рис. 1, а), навигатор Garmin eTrex 10 (рис. 1, б). Замеры выполнялись в нескольких точках с различным покрытием грунта. Ниже приведены координаты и результаты замеров (табл. 1).



Рис. 1. Используемые приборы: а – Radex 1706, б – GarminTrex 10

Результаты замеров 29.11.2021

Координаты	Измеренное значение мощности дозы, мкЗв/ч	Покрытие
N 59°56,520' E 030°20,351'	0,23	Гранитное
N 59°56,530' E 030°20,377'	0,28	Гранитное
N 59°56,520' E 030°20,375'	0,18	Асфальт
N 59°56,518' E 030°20,398'	0,16	Газон
N 59°55,072' E 030°19,033'	0,13	Газон
N 59°55,051' E 030°19,062'	0,23	Гранитное
N 59°55,031' E 030°19,061'	0,3	Гранитное

Судя по имеющимся данным, очевидными лидерами по уровню радиационного фона в 2014 г. являлись Петроградский и Красносельский районы – 0,2 мкЗв/ч. Незначительно отставал Невский – 0,18 мкЗв/ч. В 2015 г. до марта ситуация не менялась, но с июля лидирующие позиции занимал Красносельский район (0,2 мкЗв/ч), в Петроградском фон упал до 0,15 мкЗв/ч. В 2016 г. в лидеры вырвался Адмиралтейский район с фоном 0,15–0,17 мкЗв/ч. В феврале и марте за ним с минимальным отрывом следовал Кировский (0,15 мкЗв/ч), а после июня – Калининский и Центральный с фоном 0,13–0,14 мкЗв/ч. В 2017 г. лидировали Адмиралтейский и Кировский районы с фоном 0,15–0,17 мкЗв/ч. За ними следовал Центральный с фоном 0,14–0,15 мкЗв/ч. В 2018 г. вверху списка находился Адмиралтейский район с фоном 0,17 мкЗв/ч. Ниже в списке находились Калининский, Кировский, Невский и Приморский – 0,14–0,15 мкЗв/ч. В 2019 г. наивысший радиационный фон сохранялся в Адмиралтейском районе (0,16–0,17 мкЗв/ч), но также рос фон в Василеостровском районе (0,14–0,16 мкЗв/ч), сохраняли места наверху рейтинга Калининский и Кировский районы (0,15–0,16 мкЗв/ч). Также стоит отметить, что для некоторых станций в рассматриваемые годы фиксируется ярко выраженная «пилообразная» форма кривой временной изменчивости мощности дозы, что вызывает определенные вопросы к качеству исходных данных.

По имеющейся информации можно сделать вывод, что в период с 2014 по 2019 год наблюдались существенные колебания радиационного фона в ряде районов. Можно выделить тренды изменений в таких районах, как Невский и Красносельский. Внутригодовая динамика выражена слабо, в среднем фон остается достаточно стабильным на протяжении года, реже незначительно повышается к концу весны и снижается летом. Пример динамики мощности дозы показан на рис. 2 (для 2020 г.).

Учитывая условия проведения замеров, также можно заключить, что результаты измерений, сделанных авторами в 2021 г., удовлетворительно согласуются с показаниями АСКРО СПб за последние годы. Обращает на себя внимание повышение фона на 0,05–0,1 мкЗв/ч на участках с гранитным покрытием, что, вероятно, связано с повышенным содержанием в граните радиоизотопов природного происхождения [7]. Необходимость постоянного мониторинга радиационной обстановки на территории такого крупного и экономически значимого города, как Санкт-Петербург, подчеркивается во многих работах (например, в статье «Особенности радиационного фона различных районов Санкт-Петербурга» [3]). Радиоопасность территории Санкт-Петербурга лишней раз подтверждает это утверждение [4, 5]. Получаемые по данным мониторинга оценки динамики радиационного фона могут быть полезны для определения коллективной дозы, получаемой населением Санкт-Петербурга, путем сопоставления изменения коллективной дозы и радиационного фона, что позволит уточнить статистику за рассмотренный период ([6] – обрыв рядов на 2006 г.).

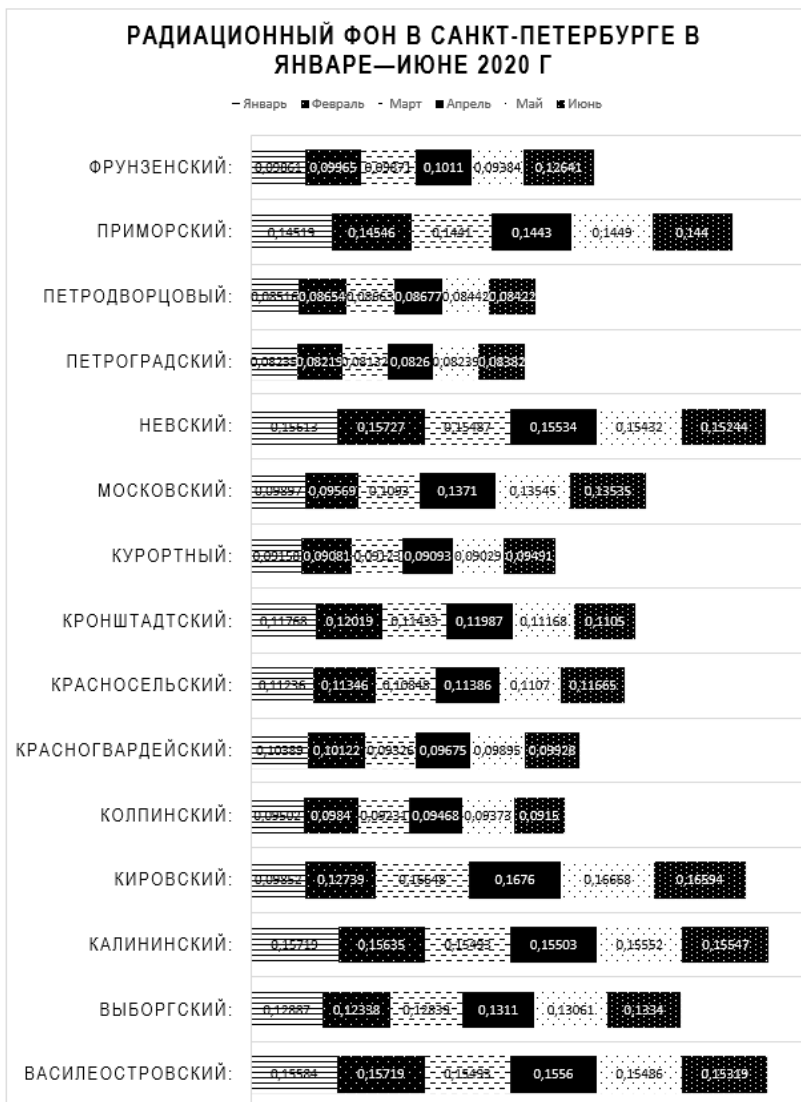


Рис. 2. Изменчивость радиационного фона в различных районах Санкт-Петербурга в 2020 г. (диаграмма выполнена по показаниям АСКРО СПб, мкЗв/ч, [1])

Библиографический список

1. ГУП «Минерал»: Радиационная обстановка, URL: http://www.sc-mineral.ru/ru/p/radionucl_rus/ (дата обращения: 04.11.2021).
2. Зиверт: Радиационный фон в СПб, URL: <https://zivert.spb.ru/> (дата обращения: 04.11.2021).

3. Пузырев В. Г., Васильева И. В., Земляной Д. А., Капырина Ю. Н. Особенности радиационного фона различных районов Санкт-Петербурга // Радиация и риск (бюллетень национального радиационно-эпидемиологического регистра). 2021. № 3. С. 32–45.

4. Бердников П. В., Горький А. В. Изучение радоноопасности территории Санкт-Петербурга И Ленинградской области // АНРИ. 2008. № 2 (53). С. 56–59.

5. Лыкова К. О., Рязанцева Л. Т., Октябрьский В. П. Вклад радона в естественный радиационный фон петербуржцев // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности. Материалы VIII всероссийской (с международным участием) научно-технической конференции молодых исследователей. Волгоград, 2021. С. 189–199.

6. Горский Г. А., Лукоянов С. Л. Особенности облучения и пути снижения дозовых нагрузок на население Санкт-Петербурга от природных источников ионизирующего излучения // Ученые записки Санкт-Петербургского имени В. Б. Бобкова филиала Российской таможенной академии. 2008. № 1 (30). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-oblucheniya-i-puti-snizheniya-dozovyh-nagruzok-na-naselenie-sankt-peterburga-ot-prirodnih-istochnikov-ioniziruyuschego> (дата обращения: 04.11.2021).

7. Камнемир: Радиоактивность гранита. URL: https://kamnemir.ru/articles/granite_activity/ (дата обращения: 09.02.2022).

УДК 502.08

М. Ю. Белова

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

С. А. Назаревич

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

ИНТЕРАКТИВНАЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМОВ И ВОДНЫХ РЕСУРСОВ КАРЕЛЬСКОГО ПЕРЕШЕЙКА

Введение. В современном мире с ростом научно-технического прогресса и численности населения планеты вода и экология стали неразрывно связаны между собой. Производственная деятельность заводов, фабрик и предприятий наполняют водную среду, являющуюся хорошим растворителем, разными химическими и физическими элементами, которые отравляют ее, нарушают баланс, вследствие чего вымирает флора и фауна.

Было проведено исследование, в результате которого обнаружено, что проблема загрязнения воды в России является актуальной на протяжении уже нескольких лет. Так, на 136 водоемах в 2016 г. случаи чрезвычайно высокого загрязнения фиксировались 638 раз. Это на 6% больше, чем в 2015 г. (рис. 1). В 2016 г. в 53 регионах Российской Федерации зарегистрирована высокая и экстремальная загрязненность поверхностных вод.

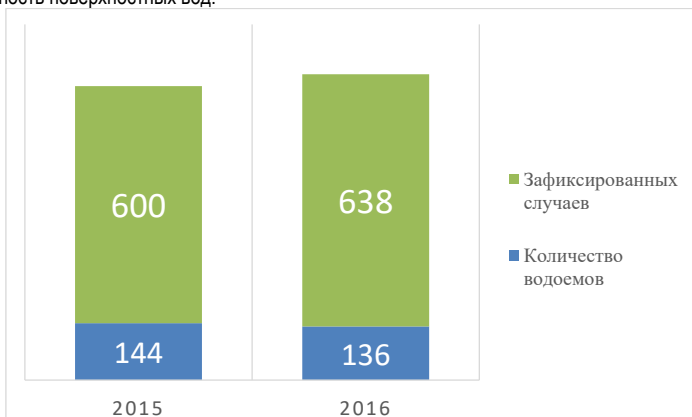


Рис. 1. Фиксация загрязнения водоемов на 2015–2016 гг.

Таким образом, данная проблема не является новой, но ее актуальность возрастает с каждым годом, так как постоянное развитие инфраструктуры, рост численности населения и, как следствие, городов – бурным и глубоким Ладожским озером. Над полосой пляжей, протянувшихся вдоль побережья залива, возвышаются береговые террасы, поросшие хвойным и березовым лесом. В северно-западной части перешейка в сушу глубоко врезаются шхеры Выборгского залива. Перешеек служит жителям местом для отдыха, петербуржцы строят там дачи, ходят туда в походы, ловят рыбу и, к сожалению, вы-

Карельский перешеек – одно из самых живописных мест Ленинградской области. Река Нева является южной границей перешейка, с запада он омывается Финским заливом Балтийского моря; с востока – бурным и глубоким Ладожским озером. Над полосой пляжей, протянувшихся вдоль побережья залива, возвышаются береговые террасы, поросшие хвойным и березовым лесом. В северно-западной части перешейка в сушу глубоко врезаются шхеры Выборгского залива. Перешеек служит жителям местом для отдыха, петербуржцы строят там дачи, ходят туда в походы, ловят рыбу и, к сожалению, вы-

рубают леса. Водоёмы данного места имеют совершенно противоположные значение по загрязнённости, это связано с тем, что из-за высокой социальной значимости, воды перешейка загрязнены туристами, проводящими там свой досуг, а также с наличием металлургических заводов, но совершенно другие показатели качества воды имеют те озера и реки, на которых обустроены санатории и детские лагеря, места, где люди поддерживают естественную экологию. Таким образом, Карельский перешеек – это отличное место, позволяющее провести анализ водных ресурсов в зависимости от разных источников загрязнения.

Цель проекта. Провести исследование на загрязнённость водоёмов Карельского перешейка, имеющих контрастные значения, а также создать информационно-аналитическую модель, предоставляющую информацию о состоянии водоёмов автоматизировано и удаленно.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Собрать пробы вод Карельского перешейка, сравнить степени загрязнённости в зависимости от их расположенности.
2. Выбрать нужные показатели качества воды и подобрать к ним соответствующие датчики для конструктивно-информационной модели.
3. Предоставить схему и модель устройства, позволяющего автоматизировано и дистанционно получать данные о степени загрязнённости водных ресурсов.
4. Проанализировать другие инновационные методы решения поставленной проблемы.

Проведение исследования

С 2019 г. началось исследование вод Карельского перешейка – из 5 водоёмов, имеющих разную социальную значимость, были взяты пробы воды, значения загрязнённости которой контрастны между собой. Данные, полученные в ходе исследования, представлены в табл. 1. В качестве показателей качества были выбраны следующие характеристики: жесткость, температура, мутность, загрязнённость тяжёлыми металлами, а также pH-уровень. Для контроля показателей использовали дистиллированную воду.

Таблица 1

Исследование на качество водных ресурсов водоёма Карельского перешейка

	о. Лемболово	о. Красавица	Кавголовское оз.	о. Зеркальное	р. Вуокса	Контроль
Температура, °С	+23	+22	+25	+24	+26	+25
Мутность, мг/л	13	8	27	5	7	1,5
Наличие тяжёлых металлов, г/л	6	3	10	6	4	2
Жесткость, ммоль/л	23	13	40	11	8	7
pH-уровень	2,4	5,5	2,9	6,0	10,1	8,3

По данной таблице можно отследить следующую динамику: самый загрязнённый водоём в Карельском перешейке – Кавголовское озеро. Источником данного загрязнения является досуг людей, а также прохождение в нескольких метрах от водоёма железнодорожных путей. В противопоставление ему – озеро Зеркальное, имеющее самые высокие по качеству показатели, наличие рядом базы отдыха обязывает людей поддерживать экологию места. Таким образом, водоёмы на одном природном объекте существенно отличаются по качеству водных ресурсов, что определяется деятельностью человека. Для наглядного представления ниже находится график сравнения высоких показателей качества и низких с контролем (рис. 2).

По полученным данным можно сформировать набор нужных датчиков для контроля воды. Разработанное устройство будет доступно в применении для каждого человека – оно будет компактно,

иметь небольшие размеры, основано на понятном и доступном языке программирования, а также предоставлять доступ к получению актуальной информации о состоянии воды на расстоянии.

Для решения поставленных задач использовалась миниатюризация электронных схем, так как устройство должно иметь небольшие размеры для удобства хранения, транспортировки и применения. Если же использовать полноценные устройства, а не датчики, то стоимость системы увеличилась в десятки раз, и ее применение сократится, что не отвечает цели.

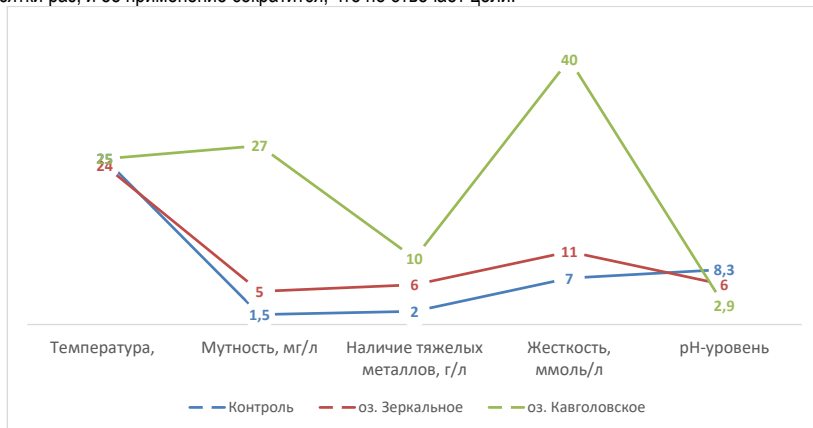


Рис. 2. Сравнение показателей качеств воды

Так же для устройства должна быть придумана компактная информационная система для контроля водной среды, которая сможет оперативно собирать данные, делать постоянные наблюдения и отправлять эти данные контроллеру.

В данном случае, в интересующий нас водоем будет погружаться устройство контроля воды, и с помощью электропроводности датчики будут фиксировать изменение среды, считывать показания. После завершения этого этапа, на контроллер (телефон) придет текстовое сообщение со всеми данными о среде. Сообщения будут приходить с той периодичностью, которую установит сам испытатель, заранее указав время в коде программирования. Важно отметить: устройство будет работать от батареек (рис. 3).

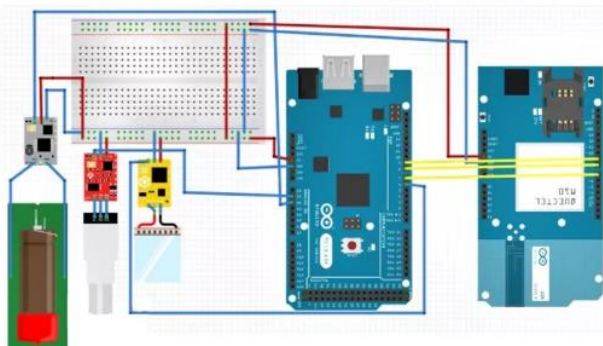


Рис. 3. Схема устройства

Таким образом, 5 датчиков собирают информацию о нужной водной среде, в блоке управления данные проходят обработку, затем приходит текстовое сообщение на контроллер. Полученная система датчик-контроллер будет иметь характеристики, представленные в табл. 2.

Таблица 2

Характеристики информационной автоматизированной системы

Характеристики	Данные
<i>Основные характеристики</i>	
Измеряемые параметры воды	температура воды; мутность; водородный показатель; электропроводность; TDS-метр
Отбор проб	a. периодический отбор проб (с периодом, задаваемым оператором); b. отбор арбитражных проб (при превышении заданных порогов загрязнений); c. отбор проб в ручном режиме.
Электропитание	обеспечение питанием от внешней электрической сети
<i>Основные факторы потребительской новизны</i>	
Мобильность	доступное к транспортировке устройство, позволяющее брать его с собой
Простота	a. возможность собирать устройство самостоятельно; в случае поломки – отремонтировать; b. применимо к любой водной среде
Социальная значимость	увеличение интереса к проблемам окружающей среды и повышение уровня жизни человека

Выбранные измеряемые параметры воды смогут дать основные значения для определения температуры воды, количества растворенных частиц в ней и т. п. Также можно увидеть, что главными преимуществами системы является мобильность, простота и высокая социальная значимость.

Анализ существующих методов

Загрязненность водных ресурсов – одна из острых проблем нашего времени, которая требует постоянного контроля. Осуществление этого контроля возможно несколькими способами: более старыми, требующего полного внимания и вовлечения человека, либо же новым, включая цифровизацию и автоматизацию, что минимизирует ошибки при анализе, так как будет исключать человеческий фактор. Исследовав соответствующую научную литературу и ресурсы интернета, мы выяснили, что к настоящему времени разработано и находит широкое практическое применение большое число разнообразных методов наблюдения, описания и оценки источников воздействия на водную среду. Вместе с тем, имеется ряд специфических методов контроля качества водной среды, которые, несмотря на их явные преимущества и достоинства, используются крайне недостаточно. Основными методами контроля качества водной среды является метод экологического картографирования, радиометрический, дистанционный зондирования и метод отбора проб. Каждый из них имеет как свои преимущества, так и недостатки. Разобравшись в каждом из них, свое внимание мы обратили на метод дистанционного зондирования.

Преимуществом дистанционного измерения является возможность непрерывного определения средних концентраций вредных веществ по площади (в отличие от наземных методов, которые дают концентрации лишь в одной точке), а также оценки вертикального распределения примесей, характеризующих потенциал загрязнений. Кроме того, данные методы позволяют оценивать движение загрязняющих веществ в гидросфере без анализа проб в различных пунктах и, таким образом, устанавливать влияние источника загрязнения, расположенного на расстоянии нескольких километров, прогнозировать угрожающие ситуации. Если усовершенствовать данный метод, например, использовать беспилотники, в которые будут встроены устройства по определению состояния воды, ее качества и вероятности вредоносного воздействия на здоровье, а также с помощью спутниковой системы выводить данные в общедоступные человеку сети, то на выходе полу-

чим автоматизированное устройство, позволяющие определить качество интересующего водоема на расстоянии за короткий период времени.

Заключение

Таким образом, цель достигнута – создана автоматизированная информационная система для контроля качества водной среды, которую человек сможет внедрять в свое домашнее хозяйство, либо же просто отслеживать состояние воды для оценивания ее качества, брать с собой на отдых, а также производить контроль покупной питьевой воды в бутылках. Это является главным преимуществом прибора – использование в разных сферах. Помимо этого, определено состояние водных ресурсов Карельского перешейка.

Библиографический список

1. Комбинаторные модели для сборки и декомпозиции изделий / Божко А. Н. // Наука и образование МГТУ имени Н. Э. Баумана. Электрон. журн. 2015. № 10.
2. Virtual reality for assembly methods prototyping: a review / A. Seth, J. Vance, J. Oliver // Virtual Reality. 2011. Vol. 15. Issue 1. Pp. 5–20.
3. Методы искусственного интеллекта в автоматизированном проектировании процессов сборки / А. Н. Божко, С. В. Родионов // Наука и образование МГТУ имени Н. Э. Баумана. Электрон. журн. 2016. № 8.
4. Карты озер Карельского перешейка с глубинами и описаниями. Карта глубин Финского залива и Ладожского озера. Рыбалка в Ленобласти /fishingpiter.ru, 2018. URL: <http://www.fishingpiter.ru/maps/> (дата обращения: 18.04.2022).

УДК 504.3.054

М. Б. Васильев, Е. С. Ващенко, С. В. Горояя, Н. М. Путина, В. А. Шаманская

студенты кафедры инноватики интегрированных систем качества

Н. А. Жильникова

доктор технических наук, профессор – научный руководитель

ЧЕМ ДЫШИТ САНКТ-ПЕТЕРБУРГ?

В статье приведены данные и их анализ состояния атмосферного воздуха Санкт-Петербурга за период от 2016 по 2021 г. Предложены пути улучшения экологической ситуации.

Ключевые слова: экология, атмосферный воздух, завод, углекислый газ, озеленение, зеленые насаждения, загрязнение, окружающая среда.

Введение. В последние годы население нашей планеты все больше обеспокоено состоянием природной среды. Дело в том, что в данный момент природа нуждается в помощи, она уязвима из-за своего критического состояния. Это вызвано сильными изменениями внутри экологических процессов. Причиной всему является деятельность человека. Поэтому, кому как не человеку нужно решать возникшую проблему?

Идея создать данный проект, т. е. написать научную статью на данную тему возникла в связи с тенденциями нашего века, желанием общественности изучить экологическую обстановку планеты и желанием сохранить и даже улучшить состояние Земли.

Для этого поставлена цель: изучить экологическое состояние воздуха Санкт-Петербурга с точки зрения определенных факторов и предложить решение для существующих проблем в данной области.

Методы и материалы. Санкт-Петербург входит в десятку самых грязных городов России, именно поэтому в качестве области исследования рассматривались районы этого города.

Соотношение коэффициента загрязнения воздуха и уровня озеленения являются одним из важных показателей экологического состояния города. Загрязнение атмосферы складывается из различных факторов: выхлопные газы, промышленные работы, различные природные явления и так далее.

Сравнительная оценка качества атмосферного воздуха и количества растительности в Санкт-Петербурге может дать более ясное представление о связи этих двух факторов.

Оценка качества воздуха проведена на основе представленных ниже данных:

1. Данные о состоянии атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге за 2016 г.
2. Данные о состоянии атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге за 2021 г.
3. График строительства заводов в Санкт-Петербурге за 21 в.
4. Уровень озеленения в отдельных районах Санкт-Петербурга за 2016 г.
5. Уровень озеленения в отдельных районах Санкт-Петербурга за 2021 г.
6. Количество парков, садов, скверов в Санкт-Петербурге за 2016 г.
7. Количество парков, садов, скверов в Санкт-Петербурге за 2021 г.

Чтобы провести анализ, собрана и структурирована информация о качестве воздуха в Санкт-Петербурге за 2016 г. (табл. 1) и за 2021 г. (табл. 2, рис. 1), для подсчета взяты значения предельно допустимой концентрации (ПДК – максимальное количество вредного вещества в единице объема или массы, которое при ежедневном воздействии в течение неограниченного времени не вызывает каких-либо болезненных изменений в организме и неблагоприятных наследственных изменений у потомства) [1–3].

Стационарные источники загрязнения также играют большую роль в понижении качества атмосферного воздуха. Все источники, относящиеся к конкретной территории предприятия, являются стационарными источниками выброса вредных (загрязняющих) веществ в воздушное пространство. Чтобы провести анализ, собрана вся необходимая информация с 2000 г. по сегодняшний день (табл. 3) [4, 5].

За выбранный период построены следующие заводы: в Выборгском районе (6), в Колпинском районе (2), в Красносельском районе (1), в Курортном районе (1), в Московском районе (2), в Петродворцовом районе (1), в Пушкинском районе (4).

Таблица 1

Загрязнение воздуха в 2016 году, ПДК

Районы Санкт-Петербурга	Загрязнение воздуха, ПДК
Адмиралтейский	2,1
Василеостровский	1,4
Выборгский	0,8
Калининский	1,1
Кировский	0,8
Колпинский	0,5
Красногвардейский	1,5
Красносельский	2,3
Кронштадский	0,8
Курортный	0,2
Московский	1,3
Невский	1,3
Петроградский	0,8
Петродворцовый	1,9
Приморский	2,4
Пушкинский	0,4
Фрунзенский	1,4
Центральный	0,8

Таблица 2

Загрязнение воздуха в 2021 году, ПДК

Районы Санкт-Петербурга	Загрязнение воздуха, ПДК
Адмиралтейский	1,2
Василеостровский	2,1
Выборгский	1,3
Калининский	1,44
Кировский	1,32
Колпинский	1,44
Красногвардейский	1,32
Красносельский	1,3
Кронштадский	1,5
Курортный	1,4
Московский	3,6
Невский	1,7
Петроградский	1,4
Петродворцовый	1,2
Приморский	1,44
Пушкинский	1,3
Фрунзенский	1,44
Центральный	1,44

МОЛОДЕЖНАЯ СЕКЦИЯ

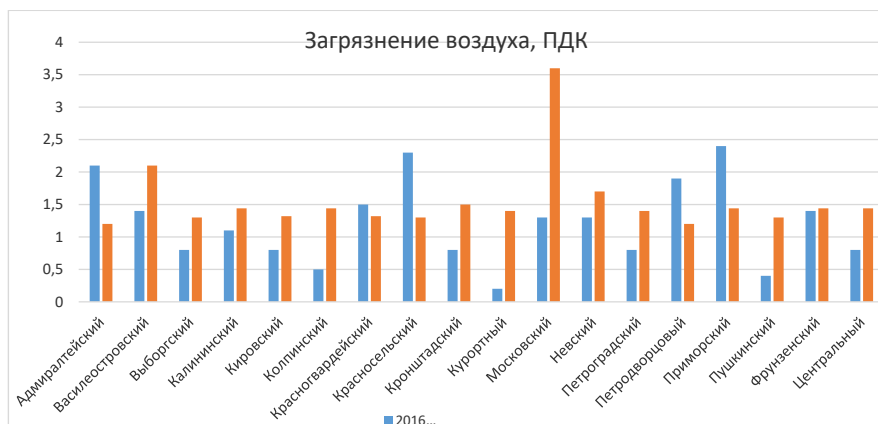


Рис. 1. Загрязнение воздуха в 2016 и 2021 гг, ПДК

Таблица 3

Строительство предприятий в период 2000-2021 гг

Предприятие	Отрасль промышленности	Год основания	Местоположение
Филип Моррис Ижора	легкая промышленность	2000	Красносельский район
Gillette	легкая промышленность	2000	Пушкинский район
Невский лакокрасочный завод	химическая промышленность	2002	Колпинский район
Ижорский трубный завод	металлообработка	2006	Колпинский район
Русский Стандарт Водка	пищевая промышленность	2006	Московский район
БЭТ	электротехническая промышленность	2006	Московский район
Компрессор газ	энергетическое машиностроение	2006	Выборгский район
BSH Bosch und Siemens	холодильная промышленность	2007	Петродворцовый район
Toyota	автомобилестроение	2007	Пушкинский район
General Motors	автомобилестроение	2008	Пушкинский район
Nissan	автомобилестроение	2009	Выборгский район
Научно-производственное объединение «Компрессор»	Энергетическое машиностроение	2009	Выборгский район
Scania	автомобилестроение	2010	Пушкинский район
Hyundai Motor	автомобилестроение	2010	Курортный район
Magna	автомобилестроение	2010	Выборгский район
Автоматические системы	приборостроение	2014	Выборгский район
Винтовые машины	энергетическое машиностроение	2015	Выборгский район

Создание озелененных участков играет немалую роль в формировании комфортной среды для нормальной жизнедеятельности человека. Также растительность снижает уровень загрязнения воздуха, ведь даже маленькие участки зеленых насаждений между домами улучшают микроклимат и очи-

щают воздушную среду. Для того, чтобы проанализировать как растительность влияет на нашу жизнь, собраны данные об уровне озеленения в Санкт-Петербурге за 2016 г. (табл. 4, рис. 2) и за 2021 г. (табл. 5, рис. 2) [6, 7].

Таблица 4

Уровень озеленения за 2016 год, га

Районы Санкт-Петербурга	Уровень растительности, га
Адмиралтейский	108
Василеостровский	136
Выборгский	749
Калининский	557
Кировский	414
Колпинский	257
Красногвардейский	288
Красносельский	632
Кронштадский	55
Курортный	414
Московский	444
Невский	440
Петроградский	313
Петродворцовый	1153
Приморский	633
Пушкинский	659
Фрунзенский	382
Центральный	92

Таблица 5

Уровень озеленения за 2021 год, га

Районы Санкт-Петербурга	Уровень растительности, га
Адмиралтейский	113
Василеостровский	143
Выборгский	772
Калининский	611
Кировский	430
Колпинский	194
Красногвардейский	470
Красносельский	665
Кронштадский	56
Курортный	431
Московский	482
Невский	475
Петроградский	316
Петродворцовый	1206
Приморский	661
Пушкинский	663
Фрунзенский	417
Центральный	97

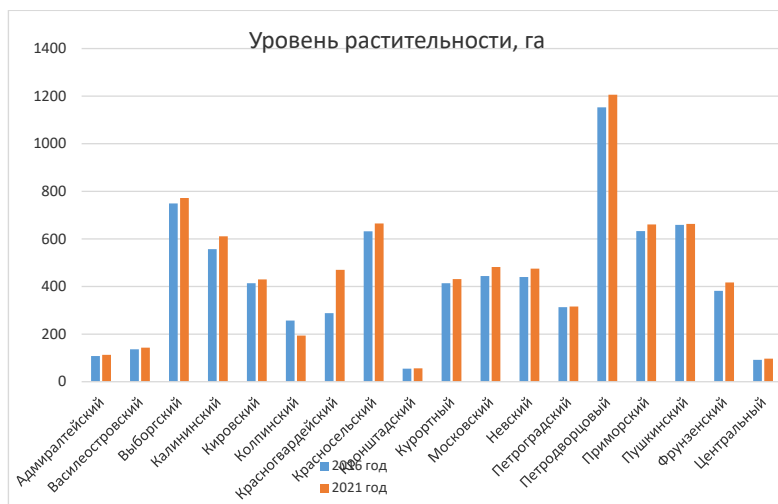


Рис. 2. Загрязнение воздуха за 2016 и 2021 гг., ПДК

Чтобы в полном объеме провести анализ уровня озеленения Санкт-Петербурга, собрана информация за 2016 г. (табл. 6) и за 2021 г. (табл. 7) о количестве зеленых насаждений, для лучшего сравнения данные приведены в диаграмме (рис. 3) [8, 9].

Таблица 6

Количество объектов зеленых насаждений на 2016 год

Объекты зеленых насаждений общего пользования	Количество
Парки	58
Сады	159
Скверы	686
Бульвары	214
Улицы	775
Прочее	9

Таблица 7

Количество объектов зеленых насаждений на 2021 год

Объекты зеленых насаждений общего пользования	Количество
Парки	89
Сады	137
Скверы	119
Бульвары	1720
Улицы	1475
Прочее	35

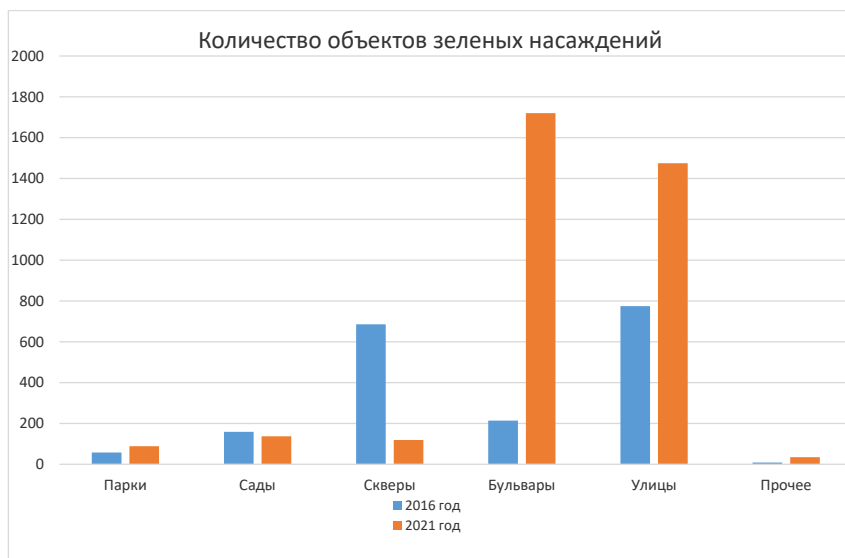


Рис. 3. Количество объектов зеленых насаждений

Результаты. Собрав необходимые сведения, мы провели анализ, с помощью которого определили, насколько серьезно стоит проблема загрязнения воздуха в Санкт-Петербурге, в каких именно районах, и с чем это связано.

Проанализировав данные за 2016 и 2021 гг. по загрязнению воздуха города, выявлено, что почти во всех районах ситуация ухудшилась, кроме таких районов, как Адмиралтейский, Красногвардейский, Красносельский, Петродворцовый, Приморский. В двух районах расположены сооружения промышленного производства, но это не ухудшает качество атмосферы. Говоря про районы, где загрязнение воздуха продолжает повышаться, уточним, что в пяти из них находятся заводы, поэтому ухудшение состояния воздушной среды не удивительно.

С помощью сведений об уровне озеленения в те же годы обнаружено, что в Колпинском районе уровень озеленения стал ниже, в отличие от всех остальных районов Санкт-Петербурга, в которых данный показатель вырос.

Конечным анализом являлось сравнение количества объектов зеленых насаждений в 2016 и 2021 гг. Подтверждая данные об уровне озеленения, количество объектов стало в разы больше, за исключением садов и скверов – их число сократилось.

Обсуждение. На основе проведенного анализа, а также изучив способы борьбы с проблемами, вызванными человеческими факторами, у других государств, можно сделать вывод, что состояние атмосферного воздуха является важным пунктом в охране окружающей среды. Стоит уделять больше внимания экологичной переработке материалов, уменьшению выбросов выхлопных газов в окружающую среду, внедрению альтернативных источников энергии, биотоплива. Также одним из решений проблемы, является посадка деревьев.

Заключение. По результатам проделанной работы следует отметить, что экологическое состояние воздуха Санкт-Петербурга далеко от идеального. Такие факторы, как автомобильные выхлопы, выбросы промышленных предприятий, сжигание отходов, перенаселенность приводят к ухудшению состояния здоровья местных жителей и ухудшению качества воздуха. Поэтому мероприятия, такие как посадка деревьев, сбор мусора, и т. д., могут помочь не только остановить ухудшение воздуха, но также и улучшить его качество.

Библиографический список

1. Загрязнение воздуха в Санкт-Петербурге на карте. URL: Загрязнение воздуха в Санкт-Петербурге: качество воздуха карте в режиме реального времени. (aqicn.org) (дата обращения: 03.12.2021).
2. Атмосферный воздух. Экологический портал Санкт-Петербурга на карте. URL: Атмосферный воздух – Экологический портал Санкт-Петербурга (infoeco.ru) (дата обращения: 03.12.2021).
3. Меры по улучшению экологической политики. URL: Меры по улучшению экологической политики (vk.com) (дата обращения: 03.12.2021).
4. Заводы Санкт-Петербурга на карте. URL: Заводы Санкт-Петербурга — крупные предприятия и производства на карте (xn--80aegj1b5e.xn--p1ai) (дата обращения: 03.12.2021).
5. Заводы Санкт-Петербурга. URL: Заводы Санкт-Петербурга (companybest.ru) (дата обращения: 03.12.2021).
6. Показатели обеспеченности населения Санкт-Петербурга территориями зеленых насаждений. URL: Показатели обеспеченности территориями зеленых насаждений (live.com) (дата обращения: 06.12.2021).
7. Территории зеленых насаждений общего пользования. URL: Территории зеленых насаждений общего пользования (garant.ru) (дата обращения: 06.12.2021).
8. Синдаловский Н. А. Легенды петербургских садов и парков. СПб.: Центрполиграф, 2012. 490 с.<http://kanoner.com/2009/05/02/4630/>
9. Парки Санкт-Петербурга на карте. URL: Парки Санкт-Петербурга (citymap.spb.ru) (дата обращения: 07.12.2021).

УДК 004.896

Е. В. Васькина

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

В. М. Милова

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

ПЕРСПЕКТИВЫ ВЛИЯНИЯ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

Введение. Мир не стоит на месте. Развитие технологий происходит поэтапно. В третьем десятилетии XXI века прогрессирует и все больше набирает свою силу IV промышленная революция, в которой происходит преобразование и адаптация технологий производства на основе внедрения и последующего применения нано- и биотехнологий, электроники, роботизации, трехмерной печати и искусственного интеллекта во всех областях жизни. Особое внимание многих развитых стран уделяется именно разработкам в области искусственного интеллекта, поскольку он поможет дать новый рывок в сфере производства, качества выпускаемой продукции или услуг, обеспечив, как следствие, рост экономики, качества жизни людей, а также технологический скачок для развития остальных инновационных разработок нашего времени, укреплению позиций в 5-м и переходу к 6-му технологическому укладу повсеместно.

Основная часть. Каждый технологический уклад характеризуется внедрением новых разработок в мировую практику производства. Для 1-го, 2-го, 3-го и 4-го укладов такими факторами служили водяной двигатель, паровой двигатель, электродвигатель, двигатель внутреннего сгорания, соответственно. В условиях протекающего 5-го и зарождающегося 6-го уклада этими факторами являются: газовые технологии, электроника, роботизация, информатизация и системы обучения машин.

Как известно, основным видом систем машинного обучения является искусственный интеллект (далее ИИ), предпосылки к зарождению которого начинаются с середины 30-х гг. прошлого столетия, когда Тьюринг опубликовал работы, в которых обсуждал проблемы создания устройств, способных самостоятельно решать всевозможные сложные задачи. По Тьюрингу интеллектуальной можно считать такую машину, в процессе общения с которой человек не сможет отличить ее от обычного собеседника-человека. Такие машины впервые появляются в XXI веке и на сегодняшний день представляют большой интерес для научной сферы, поскольку являются потенциальной основой для роста мирового внутреннего валового продукта (ВВП) [1].

Искусственным интеллектом на данный момент принято считать системы, программы, а также алгоритмы, которые способны самостоятельно обучаться для дальнейшего применения полученных знаний в процессе достижения задач, поставленных человеком. Стоит отметить, что наиболее важным признаком интеллектуальности, в связи с которыми «умные» алгоритмы и получили свое название, служит их способность к обучению.

Алгоритмы ИИ на данный момент во многом превосходят способности человека в сферах, касающихся обработки данных: машины способны брать на себя и некоторые «творческие» функции человека. Сегодня искусственный интеллект, информационные технологии и машинное обучение стало применяться во многих сферах деятельности людей, среди них: ретейл, медицина, банкинг, промышленность, безопасность и многие другие.

ИИ является важным и перспективным направлением научного развития, что может привести к его стремительному усовершенствованию и внедрению во всех без исключения областях жизни с целью неполной замены человека, а повышению эффективности его труда и показателей любых реализуемых процессов в целом. В том числе это напрямую касается сбора, анализа количественных данных и прогнозирования с оценкой рисков, и путей решения в области управления производственными процессами, а также качеством продукции.

Можно смело предположить, что эти потенциальные нововведения смогут повлиять не только на автоматизацию процессов, но и на их непосредственную эффективность, результативность, адаптивность и скорость, что сильно изменит производственную отрасль в лучшую сторону и повысит каче-

ство продуктов как на международных, так и на внутренних рынках. Именно это можно считать фактором, обуславливающим актуальность и мировой научный интерес всех стран к скорейшему изучению, созданию и внедрению ИИ.

На сегодняшний день в рыночной экономике также огромное внимание уделяется проблемам качества. Это обусловлено наличием конкурентной среды (из-за того, что потребитель сам выбирает какую продукцию ему приобрести среди большого количества аналогов). Только качество сегодня может привлечь потребителя [2].

Помимо этого, как известно, обеспечение качества продукции (или услуги) осуществляется на всех этапах ее жизненного цикла: планирование и управление деятельностью на стадиях жизненного цикла продукции и услуг; проектирование и разработка продукции и услуг; управление процессами, продукцией и услугами, поставляемыми внешними поставщиками; производство продукции и предоставление услуг; выпуск продукции и услуг; управление несоответствующими результатами процессов и т. п. [3]. Любой из этих этапов в таком случае требует отдельного и более тщательного улучшения, что суммарно впоследствии сможет дать ожидаемый положительный результат. Подобному улучшению непосредственно и очень эффективно может способствовать внедрение ИИ на промышленные производства, что не только повысит качество выпускаемой продукции, но заметно ускорит процесс принятия решений, а также упростит деятельность сотрудников и сэкономит большое количество денежных средств компаний, которые могут быть потрачены, например, на потери от брака.

С развитием процессов цифровизации экономики, которые существенно ускорились в условиях распространения новой коронавирусной инфекции, разработка и включение в общественные и производственно-финансовые сферы алгоритмов искусственного интеллекта приобретает еще большую актуальность. Дискуссии между экспертами и специалистами по проблеме адаптации человека и общества к цифровой среде и внедрения ИИ продолжаются [4]. С возникшим спросом к середине 2021 г. были внедрены в повседневное использование различные продукты и системы ИИ: всевозможные чат-боты, интеллектуальные помощники, финансовый ассистент. У них уже можно отметить способности более быстрого и качественного решения интеллектуальных задач, по сравнению с человеком. При этом большинство предприятий и компаний активно внедряют ИИ в свою деятельность. По данным информационного портала DataProt, к 2027 г. мировой рынок искусственного интеллекта достигнет 267 млрд долл. США. Сегодня 37% компаний применяют алгоритмические сервисы и ИИ-технологии. Это свидетельствует о том, что возможности использования новых высокоинтеллектуальных технологий в будущем будут только неуклонно возрастать [5] и уже на данный момент пользуются заметным спросом.

На основании ранее сказанного можно заметить, что тенденция внедрения ИИ может благоприятно сказаться на всех отраслях жизни человечества, если эти алгоритмы и системы будут подчиняться человеку, а не полностью заменять его функции. В противном случае это отрицательно скажется на экономике всех стран, так как вызовет массовую безработицу.

На данный момент осуществляется обособление двух близких понятий искусственного интеллекта: прикладной ИИ (слабый ИИ, узкий ИИ) – это системы искусственного интеллекта, предназначенные для решения какой-то одной задачи или небольшого множества достаточно простых задач [6]. Сюда могут относиться широко распространенные алгоритмы игр в шахматы, системы распознающие образы и речь, процесс принятия решений о выдаче кредитов, а также всевозможные чат-боты и электронные помощники, например, Siri, Alisa и многие другие.

Второй вид искусственного интеллекта называется универсальный (сильный ИИ) или по-другому – сверхинтеллект. К нему относятся системы, которые непосредственно базируются на глубоком обучении нейронных сетей для решения сложных и многогранных задач или проблем. Сильный ИИ на данный момент времени является всего лишь гипотетической возможностью разработки самообучающегося алгоритма.

К зарождающемуся виду этого ИИ можно отнести алгоритмы анализа социальных сетей и интернет-запросов индивидуальных пользователей, которые анализируют их и предлагают пользователям рекламу по интересам и нуждам. Здесь уже можно проследить проявление главной функции ИИ, когда машина самостоятельно анализирует полученную информацию и дает обратную связь в виде предложения соответствующим пользователям рекламы, которая может быть полезной. Однако такой

интеллект не запоминает анализируемую информацию для дальнейшего использования, т. е. не самообучается и не способен к самостоятельному развитию. Единственным его отличием от слабого ИИ можно назвать то, что он способен фильтровать информацию на действительно интересующую и случайную. Однако уже это свидетельствует о существенных и весомых шагах на пути процесса зарождения сверхинтеллекта в той конечной форме, в которой он задумывался изначально. Если по закону Мура техническое развитие будет продолжаться с той же скоростью, как в течение последних тридцати лет, то к 2025 г. центральные процессоры достигнут такого же уровня вычислительной мощности обработки, что и мозг человека [7], что позволит машинам пропускать через себя объем информации на уровне человека.

Тем не менее, уже сейчас важно судить о том, как можно внедрять и в перспективах использовать на производстве развивающиеся технологии ИИ, ведь именно производственная деятельность является одним из «главных потребителей» рассматриваемой инновации для решения вопросов улучшения качества и, как следствие, улучшения качества жизни в целом и развития экономики. В табл. 1 приведены возможности внедрения и перспективы применения ИИ на этапах жизненного цикла продукции с точки зрения управления качеством.

Таблица 1

**Возможности введения и перспективы применения ИИ
на стадиях жизненного цикла продукции с точки зрения управления качеством**

Производственный процесс	Применение ИИ	Значимость с точки зрения управления качеством
Маркетинг и изучение рынка	Сбор информации, анализ рынка. Расчет актуальности производства товара и его востребованности после введения на рынок и производства	Автоматизация процессов изучения рынка: ИИ автоматически собирает, сортирует и обрабатывает информацию из всевозможных баз данных, что способствует более точному, быстрому и достоверному получению сведений об актуальном состоянии рынка и перспектив введения на него рассматриваемого продукта
Проектирование и разработка продукции	Патентный поиск и анализ, поиск по стандартам и автоматическое составление перечня требований к будущей продукции, исходя из выполняемых функций, условий эксплуатации и т. д.	Ускорение и автоматизирование процессов разработки продукции и документация на нее. Скорее всего, на сегодняшний день будет требовать дополнительного контроля и корректировки человека. В перспективе этот процесс может стать полностью самостоятельным за счет ИИ
Планирование и разработка процессов	Выбор оптимальных по денежным и временным затратам процессов и технологий производства	Самый быстрый способ расчетов конечного варианта производственных процессов, который будет учитывать все возможные варианты и исходы при разных заданных условиях
Закупки	Сортировка и пополнение базы поставщиков по заданным требованиям	Возможность быстро и рационально подобрать новых поставщиков в экстренных ситуациях
Производство или предоставление услуг	Входной контроль качества сырья при постановке его на производство. Анализ протекания производственных процессов. Также насыщение самой продукции функциями и системами	Снижение количества ошибок при входном контроле, более быстрый и точный анализ состояния производственных процессов, а еще улучшение продукции за счет насыщения технологиями ИИ, что даст, в свою очередь, положительный

МОЛОДЕЖНАЯ СЕКЦИЯ

Производственный процесс	Применение ИИ	Значимость с точки зрения управления качеством
	ИИ (встроенные виртуальные помощники и т. п.)	эффект в направлении ожиданий потребителя
Проверки (контроль)	Контроль качества выпускаемой продукции, отбраковка, поиск и расчет путей устранения случившихся дефектов	Контроль как один из важнейших этапов жизненного цикла продукции становится более быстрым, дешевым и точным процессом
Упаковка и хранение	Отслеживание и корректирующие действия условий хранения готовой продукции. Отслеживание и отчетность загруженности склада и упаковочных материалов	Успешное обеспечение сохранности продукции в процессе ее хранения. Своевременное обеспечение производственного процесса упаковочными материалами и сбор данных для реализации логистики предприятия
Реализация и распределение	Решение за счет ИИ вопросов логистики	Автоматизация, наиболее быстрая и рациональная отладка процессов логистики на предприятии
Техническая помощь и обслуживание	ИИ как голосовой консультант центра звонков технического обслуживания	Разгрузка работы центра технической поддержки предприятия. Скорее всего, сможет обеспечивать лишь решение простых вопросов
Послепродажная деятельность	Мониторинг и анализ обратной связи от потребителей с составлением отчетности и поиска путей развития производства и продукции в результате этого анализа	Отладка и автоматизация связи с потребителем, оперативный мониторинг его удовлетворенности и ведение отчетности по результатам этого анализа, которая сможет послужить основой для поиска путей улучшения производства
Утилизация и переработка	Сортировка мусора и отходов, принятие решения о переработке, вторичном целостном или частичном использовании отслужившей свой срок продукции после получения сведений о ее состоянии	Более рациональные, быстрые и дешевые решения о вторичном использовании и реализации продукции. Ускорение процессов сортировки отходов, мусора и их дальнейшей переработки

Как видно из табл. 1, ИИ может применяться на производстве, как заранее подготовленный алгоритм, способный принимать решения на собранных им самим данных, в ходе выполнения какого-либо из перечисленных в таблице процессов. Это напрямую способствует росту качества продукции, снижению издержек и затрат как денежных, так и временных на всех стадиях ее жизненного цикла, а также ускорению и автоматизации всех процессов. Человек в этом цикле будет выполнять функции контролера деятельности ИИ, корректировать в случае необходимости его алгоритмы и требования к выполняемым им операциям. Важным является тот факт, что в этом случае будут упразднены многие рабочие места. Это даст обратный (отрицательный) эффект, однако потребует появления новых специалистов, которые смогут обеспечивать и контролировать работу ИИ на производстве.

Все перечисленные ранее возможности применения ИИ на производстве уже возможны для реализации. Каждый ИИ требует отдельных знаний в сфере IT и огромного человеческого труда, но полностью заменить человека на данном этапе развития человечества ИИ пока что не может. Возможно, что в будущем, разработанный человеком сверхинтеллект, сможет обеспечить это, однако сейчас это всего лишь перспектива для развития науки – судить о точных сроках зарождения более умных систем сложно, но с каждым годом вероятность разработки таких машин становится все больше.

В общей сложности можно выделить следующий перспективный ряд положительных факторов, которые смогут сложиться при насыщении производственного процесса ИИ: ускорение и автоматизация процессов; снижение затрат на достижение качества; рационализация принятия решений; более гибкая

адаптация производства при изменениях рынка, внешней среды, а также в случае возникновения экстренных ситуаций; увеличение точности и надежности; появление новых специалистов для обслуживания и контроля ИИ. Однако стоит учесть и ряд негативных факторов, к которым можно отнести высокую стоимость технологий ИИ на стадии их внедрения, разработки и отлаживания производственной деятельности, а также уменьшение рабочих мест, связанных с ручным трудом.

Можно заметить, что, если качество продукции при внедрении ИИ будет все быстрее и быстрее расти, то рынок перенасытится качественными товарами, от чего понадобятся новые идеи, которые обеспечат продукцию привлекательностью по сравнению с аналогами. Это, в свою очередь, даст новых толчок для роста промышленности, технологий и потребностей (появлению нового технологического уклада), что в дальнейшем потребует введение новых методов обеспечения качества. В итоге это выведет всю программу производственной деятельности на исходную точку на более высоком уровне. Однако к тому времени вопросы, касающиеся поиска этих методов, скорее всего будут решаться уже сверхинтеллектом. Тогда всю модель улучшения при таком раскладе можно представить в качестве спирали, аналогично той, которую предложил Джуран, а ИИ и развивающиеся информационные технологии в этом цикле будут выполнять роль катализаторов для улучшения качества.

Заключение. Таким образом, развитие ИИ и других технологий может иметь положительную тенденцию в области управления качеством. Оно не только ускорит петлю улучшения качества, но и позволит практически полностью автоматизировать все ее этапы, а также сделать их более точными и надежными, поскольку машины, в отличие от человека, имеют меньшую вероятность допущения ошибки. Так как сейчас уже ведутся оперативные работы по развитию систем искусственного интеллекта, то уже и в ближайшие 10–15 лет вся картина в области реализации и улучшения качества, при условии успешной адаптации ИИ в производственных системах сможет выйти на новый уровень, что, в свою очередь, заметно изменит и качество выпускаемой продукции (или оказываемых услуг), и качество человеческой жизни.

Библиографический список

1. Архипов Л. И. Большие данные и искусственный интеллект в бизнесе: развитие и регулирование // *Big Data and Advanced Analytics*. 2020. № 6-3. С. 122–127.
2. Семенова Е. Г. Основы обеспечения качества: учеб. пособие / Е. Г. Семенова, Е. А. Фролова, М. С. Смирнова, В. Э. Курочкина. СПб.: ГУАП, 2008. 128 с.
3. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования. Введ. 10.28.2015.
4. Городнова Н. В. Моделирование развития и внедрения систем «слабого» и «сильного» искусственного интеллекта: социально-экономические аспекты // *Вопросы инновационной экономики*. 2022. Т. 12. № 1.
5. Жилин В. В., Сафарьян О. А. Искусственный интеллект в системах хранения данных // *Вестник Донского государственного технического университета*. 2020. № 2. С. 196–200.
6. Быков В. А. Искусственный интеллект как источник политических суждений // *Журнал политических исследований*. 2020. № 2.
7. Шваб К. Четвертая промышленная революция. Эксмо, 2016. 138 с.

УДК 76548

Е. А. Евдокимова

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

И. В. Мателенок

кандидат технических наук – научный руководитель

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЗЕНИТНОЙ ШИРОКОУГОЛЬНОЙ СЪЕМКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛОГА ЛЕСА

Индекс листовой поверхности (Leaf Area Index – LAI) является одним из важнейших параметров полога леса, который используется в области фенологии, биометеорологии, агроэкологии и т. п. LAI определяется как отношение суммарной площади листы к площади поверхности почвы. Существует два подхода к оценке LAI: прямой и косвенный. Распространенным оптическим методом косвенной оценки LAI является полусферическая фотография [1].

Метод полусферической фотографии основан на получении снимка с помощью камеры, использующей широкоугольный объектив. Камера ориентирована главной оптической осью в зенит. Использование объектива «рыбий глаз» позволяет существенно расширить доступную для анализа область углов визирования (падения излучения). Важным требованием к инструменту является необходимость обеспечения смещения по радиусам изображения на любом расстоянии от центра до края, соответствующего постоянному угловому смещению.

Зачастую для получения косвенной оценки LAI используют готовые системы анализа листового покрова, такие как HemiView [2] и LAI-2000 [3]. Данные устройства позволяют получать полусферические снимки и определять характеристики растительности «на лету», что значительно упрощает последующую обработку данных. Для получения параметрических оценок растительного покрова можно использовать специализированное программное обеспечение (ПО) – WinSCANOPY [4]. Однако для решения ряда научных задач, связанных с определением комплекса свойств растительного покрова (в том числе разработки усовершенствованных алгоритмов оценки характеристик полога) по-прежнему имеет смысл задействовать съемочную аппаратуру общего назначения [5] и ПО, позволяющее реализовывать разные сценарии обработки данных.

Цель настоящего исследования – оценка возможности применения компактной съемочной аппаратуры типа «экшн-камера» для получения данных о растительном покрове, пригодных для дальнейшего использования в дендрологии и т. д.

В ходе исследования необходимо было решить следующие задачи:

- 1) выбрать участок, пригодный для проведения экспериментов, и спланировать эксперименты;
- 2) с помощью аппаратуры типа «экшн-камера» выполнить на участке комплекс полевых работ по фотофиксации крон деревьев;
- 3) осуществить компьютерную обработку полученных данных для определения свойств полога.

В ходе анализа ландшафтов и разнообразия растительного покрова Ленинградской области в качестве тестовой площадки для проведения экспериментов был выбран участок, расположенный на территории Сосновского сельского поселения в Приозерском районе, в границах которого на относительно небольшом пространстве можно организовать работу с разными породами деревьев.

В качестве аппаратуры для фотофиксации растительности была выбрана фото/видеокамера SjCam Sj4000, которая находится на конвейере длительное время и является одной из наиболее популярных экшн-камер в бюджетном сегменте [6]. Для ориентирования оптической оси камеры в зенит применен компактный складной штатив с пузырьковым уровнем. Запись фотоизображений в ходе съемки осуществлялась на карту памяти типа microSDHC. Полевые работы выполнялись 4 сентября 2020 г. В указанный день наблюдалась переменная облачность, осадков в период проведения съемки не было. В ходе фотосъемки было получено около 40 изображений в разных точках в границах участка с разным породным составом леса.

Первичная обработка фотографий выполнялась с помощью программы Adobe Photoshop. На каждом снимке поочередно выделялись шесть кольцеобразных и одна центральная круглая области,

каждой из которых соответствовал определенный 5-градусный диапазон углов визирования (0–5 град, 5–10 град. и т. д.). Данная задача решалась путем накладывания на снимки предварительно подготовленных масок необходимой геометрии (рис. 1). Маски созданы по результатам дополнительных лабораторных экспериментов по исследованию геометрических искажений и поля зрения камеры.

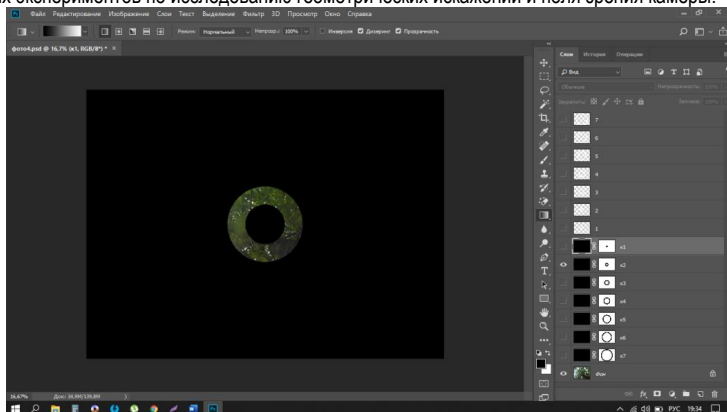


Рис. 1. Обработка изображений в Adobe Photoshop

Последующая обработка фотоматериалов выполнялась с помощью программы для анализа изображений ImageJ. С помощью модуля Color Threshold производилась работа с цветовыми характеристиками снимка «тон-насыщенность-яркость» (HSB), в ходе которой в автоматизированном режиме устанавливались определенные пороги по каждой из осей для того, чтобы выделить на изображении области, соответствующие просветам между фитозлентами (рис. 2). Далее, с помощью функций модуля Measure вычислялись характеристики выделенной на изображении области (доля площади кольца, занимаемая просветами и образами листьев и т. п.).

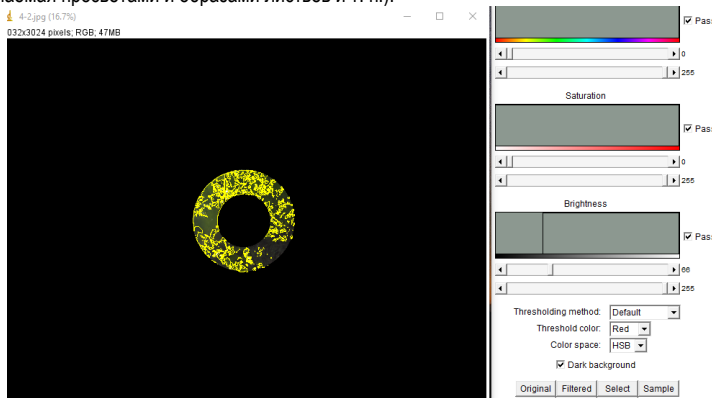


Рис. 2. Обработка изображения в ImageJ (желтым оконтурены просветы между листовыми пластинками)

Описанные действия позволили определить для каждого снимка долю площади конкретного кольца, занимаемую просветами и листовыми поверхностями. Как показал анализ полученных данных,

для колец с номерами 1–7, покрывающих диапазон углов визирования 0–35°, наблюдаются вариации доли площади, занимаемой просветами, преимущественно в границах 0,15–0,3. Эксперименты на исследуемом участке показали, что эта доля, усредненная по азимуту, практически не зависит от расстояния от ствола до анализируемой зоны на снимке. На рис. 3 показаны примеры зависимостей доли площади, занимаемой просветами, от порядкового номера зоны (кольца), для снимков с индексами a4, ..., a22. Как видно из представленного изображения, кривые можно сгруппировать по характеру изменения доли площади при переходе от зон (колец) 1–3 к зонам 4–7. Предположительно, данные различия связаны с попаданием в границы кадра разных пород деревьев и различиями в сомкнутости крон. Так, снимок a18, на котором запечатлены деревья нескольких пород средней и большой высоты (сосна, береза, рябина), значительно отличается по форме кривой от снимка a22, в границах которого присутствует густой полог из лиственных деревьев (осина, береза, ива).

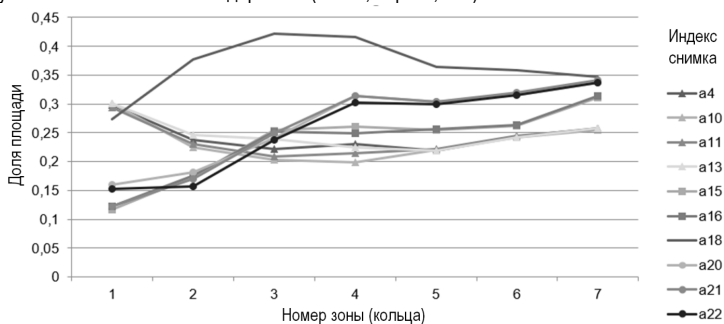


Рис. 3. Зависимость доли площади, занимаемой просветами в пределах кольцевой зоны, от порядкового номера зоны

Собранные данные позволяют сделать предварительный вывод о возможности применения аппаратуры, относящейся к классу бюджетных экшн-камер, такой как SjCam Sj4000, для получения исходной информации для оценки параметров растительного покрова. Однако отдельные характеристики съемочной системы накладывают определенные ограничения на сценарии ее использования и алгоритмы обработки данных, поскольку, например, заявленный производителем SjCam угол обзора 170° обеспечивается лишь по отдельным направлениям визирования.

Получаемые с помощью описанного метода данные могут быть использованы для решения обширного списка задач в областях экологии, агроэкологии, лесоведения и дендрологии. Опираясь на них, можно создать базу роста для каждого вида растений, мониторить их состояние, оценивать их изменение в зависимости от состояния окружающей среды.

Библиографический список

1. Gobron N. LeafAreaIndex (LAI), URL: <http://www.fao.org/3/i0197e/i0197e15.pdf> (дата обращения: 10.04.2022).
2. HemiView Forest Canopy Image Analysis System. URL: <https://delta-t.co.uk/product/hemiview/> (дата обращения: 10.04.2022).
3. LAI-2200C – портативный анализатор листового индекса. URL: <https://labinstruments.ru/equipment-oborudovanie-dlia-podscheta-listovogo-indeksa/lai-2200c> (дата обращения: 10.04.2022).
4. WinSCANOPY – Анализ изображений для науки о растениях. URL: https://regentinstruments.com/assets/winscanopy_about.html (дата обращения: 10.04.2022).
5. Chianucci F., Cutini A. Digital hemispherical photography for estimating forest canopy properties: Current controversies and opportunities // Forest biogeosciences and Forestry. 2012. Vol. 5. No. 6. P. 290–295.
6. Экшн-камера SJCAM SJ4000. URL: <https://sjcam.ru/catalog/camers/sjcam-sj4000/> (дата обращения: 10.04.2022).

УДК 67.08

А. А. Жексембаева

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

В. О. Смирнова

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ НА ПРИМЕРЕ КОФЕЙНОГО ЖМЫХА

Введение. В последнее время в связи с развитием кофейной индустрии, культ потребления кофе в России превысил потребление чая. Санкт-Петербург еще с царских времен считается кофейной столицей. Каждый год в городе открываются десятки кофеен. По данным с сайта 2gis в Петербурге насчитывается более 2500 тысяч кофеен на сегодняшний день. Эта статья посвящена важным свойствам той самой гущи, которая остается после варки кофе.

Кофейный жмых – это полезный продукт, который чаще всего оказывается в мусорном баке. Но на самом деле, его можно применить в различных сферах.

Отмечается, что кофейный жмых, как отход кофейного производства и потребления, представляет новый вид чистого и безопасного сырья для изготовления большого количества эко-изделий и обеспечения разного рода услуг целевых сегментов рынка, которые еще создаются и требуют дополнительного инвестирования, либо частично созданы и еще не нашли широкого применения, что является актуальной задачей экономического развития.

На сегодняшний день с ростом населения возрастает объем производства в пищевой промышленности, что, в свою очередь, делает актуальным направление оптимизации процессов переработки отходов основного производства и потребления. Побочным продуктом, отходом при производстве кофе-продуктов и их потребления является кофейный жмых, который попадает в категорию отходов, поскольку далее он не используется и, как правило, утилизируется.

Кофейная гуща богата химическим составом и значительным количеством макро- и микроэлементов, подлежащим дальнейшей переработке и использованию. В то же время, известное применение жмыха в качестве наполнителя строительных смесей является нерациональным с точки зрения использования такого ценного вторичного сырья.

Кофейный жмых используется при производстве косметики. Являясь деликатным абразивом, он улучшает кровообращение, стимулирует выработку коллагена и эластина, омолаживает, очищает и массирует кожу, освобождает ее от ороговевших клеток, легкий скрабирующий эффект имеет мыло с добавлением кофейной гущи.

Кофейная гуща в косметологии – это кофейные маски «от целлюлита», кофейное обертывание, очищающий скраб для рук, тела и головы, средство для лица и волос, средство для устранения неприятного запаха. Кофейный отвар используется вместо ополаскивателя. Для получения скраба для тела из кофейной гущи жмых смешивается с кремом, маслом или каким-либо лосьоном.

Жмых из кофе можно применять в качестве ароматизатора. Простой освежитель воздуха – тканевый мешочек или открытая емкость с высушенной кофейной гущей. Использование его в быту очень разнообразно: дезодорант для холодильника, средство для мытья посуды, краситель для бумаги и яиц, маскировщик царапин на мебели, отличное удобрение.

За рубежом довольно давно ведутся поиски путей переработки и использования кофейного жмыха, в России же подобные работы находятся на начальной стадии. Например, в г. Ростов-на-Дону существует рыночная торговля кофейным жмыхом по розничной стоимости 100–200 рублей за килограмм. Настоящая переработка и использование жмыха для удовлетворения разнообразных потребностей клиентов требует маркетинговых разработок на рынке кофейного жмыха и поиска возможных продуктов и целевых сегментов рынка [1].

Британский стартап Bio-bean собирает кофейную гущу по всей стране в кофейнях и отходы производства на предприятиях по обжарке зерен и изготовлению растворимого кофе, перерабатывает ее промышленным способом и продает свою продукцию британским компаниям для отопления зданий,

в частности, в виде твердых топливных брикетов, в том числе для барбекю, а также в качестве топлива для автомобиля [2].

Примечательно, что использование окатышей с кофейным жмыхом для сжигания выделяемой энергии на 50% эффективнее древесины. Они отличаются нулевым уровнем выбросов углерода и при сгорании не издают кофейного запаха. Переработка занимает всего несколько часов: кофейную гущу высушивают, затем выпаривают вместе с органическим растворителем, позволяющим отделить масло от остальных компонентов. Оставшийся кофейный жмых прессуется в топливные брикеты органического происхождения.

Также его можно использовать в качестве вторичного энергоресурса. Например, для получения пара. Как показывает химический и теплотехнический анализ жмыха, он характеризуется низкой зольностью, обладает теплотворной способностью и может быть использован в качестве топлива для котельной при ее оснащении котлом с псевдооживленным («кипящим») слоем. При этом процесс сгорания происходит максимально эффективно, с минимальным образованием токсичных выбросов [3].

Одним из наиболее интересных технологических подходов является получение растительного кофейного масла, используемого в пищевой, парфюмерно-косметической и фармацевтической промышленности. Реализован способ переработки кофейного жмыха в кофейное растительное масло с самым широким спектром применения, оно может заменить вредное пальмовое масло в пищевых продуктах и косметике.

Как удобрение, высушенный кофейный жмых с различными микроэлементами используется в сельском хозяйстве в комплексе с остатками травы, растений и пищевых отходов и применяется повсеместно, требуя соблюдения техники правильного полива. При регулярном использовании кофейного жмыха потребность в химических удобрениях часто исчезает. Гуща подходит для подкормки садовых и комнатных растений. Кофейный жмых – отличное средство борьбы с вредителями. Так, слизни и улитки, активно размножающиеся и поедающие клубнику, капусту, могут быть изгнаны с грядки именно кофейной гущей или сухим жмыхом [1].

Британская кофейная компания Greencup ежегодно превращает 200–300 т использованной кофейной гущи в полностью органическое удобрение. Удобрение для почвы на основе кофейной гущи продается в садовых центрах по 7 фунтов стерлингов за 4 л (около 600 рублей), а пятилитровая банка кофейных гранул для улучшения почвы от Greencup стоит 10 фунтов [4]. В России жмых, который остается после приготовления кофе в кофемашине на пяти АЗК города Луцк, отдаются на переработку в компанию «Пастернак», где его используют для изготовления органического удобрения – биогумуса.

Заведения Петербурга тоже не стоят на месте. В ресторане Meal в кофейном жмыхе маринуют потрясающие стейки. Сотрудники смогли не только внести изюминку в свое блюдо, но и найти применение вторичному сырию.

К сожалению, не все так просто со вторичной переработкой. Требуется большое количество времени, чтобы построить механизм «использование/переработка/вторичное использование». Помимо него, затрачиваются дополнительные расходы пока не налажен механизм и, наконец, обучение сотрудников тоже занимает время и отнимает ресурсы.

Но все же есть заведения, которые осознают экологическую проблему, висящую над всем человечеством, и ищут пути решения. Так, в Москве и Санкт-Петербурге есть пункты сбора кофейных капсул Nescafé dolce gusto [5]. Капсулу разбирают на алюминий и кофейную гущу. Первый идет на производство «множества необходимых предметов», а жмых используется в качестве компоста для создания огородов в сельских школах.

Некоторые кофейни Петербурга решились взять пример с жителей города Львов и стали посыпать отработанной кофейной гущей улицы города. Вследствие этого меньше отходов попало на свалку и меньше реагентов попало в почву. Кроме того, кофе более безопасен для собачьих лап и для обуви. Ведь он – абсолютно натуральное биоразлагаемое вещество, не вступающее в реакции с другими поверхностями и веществами, которые есть в окружающей среде. Поэтому обувь будет меньше портиться, а лапы животных меньше страдать [6].

Разработка новых товаров на основе кофейного жмыха должна осуществляться с социальной целью – удовлетворение потребностей потребителя и экономической целью – его продажа. Продвижение товара нацелено на покупателя и включает применение различных методов убеждения потребите-

ля. Разработка нового товара и продвижение его на рынке являются неотъемлемой частью маркетинговой деятельности. Важным вопросом является себестоимость жмыха как сырья для производства новых товаров. Желательно получать его в категории производственных или пищевых отходов бесплатно. Кофейни и пункты общепита, расположенные в нескольких минутах ходьбы от предприятия, могут предоставлять компании до нескольких сотен килограммов использованной кофейной массы в месяц [1].

Библиографический список

1. Котельников В.В. Маркетинг малых предприятий на рынке переработки отходов сферы услуг // Сборник статей Международной научно-практической конференции. Ч. 1. Таганрог. 2020. С. 75–77.
2. Британская энергетика ориентируется на кофейную гущу. URL: <https://teknoblog.ru/2015/10/20/49001> (дата обращения: 10.02.2021).
3. Калашникова Е. А., Сергиенко О. И. Внедрение наилучших доступных технологий для повышения энергоэффективности производства кофейной продукции // Альманах научных работ молодых ученых университета ИТМО. Материалы наилучших доступных технологий для повышения энергоэффективности производства кофейной продукции. 2020. С. 100–101
4. Как заработать на кофейной гуще. URL: <https://www.bbc.com/russian/vert-cap-37222082> (дата обращения: 10.02.2022).
5. Подарите вторую жизнь вашей капсуле. URL: <https://www.dolce-gusto.ru/recycling> (дата обращения: 10.02.2022).
6. Кофе вместо песка и реагентов: сможет ли прижиться в Петербурге экологичная идея против гололеда. URL: https://piter.tv/event/kofejnij_zhmih_vmesto_peska_i_soli_v_gololed/ (дата обращения: 10.02.2022).

УДК 523.45

П. В. Курчевская

студент кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

М. Ю. Белова

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

Г. Л. Плехоткина

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель

ПОСЛЕДНИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ЖИЗНЕПРИГОДНОСТИ ЭКЗОПЛАНЕТ

Введение. Одним из перспективных направлений космических исследований стал поиск уникальных космических объектов. Изучая космическое пространство, ученые опираются на основные концептуальные положения теории межпланетных путешествий с дальнейшей колонизацией комфортных для существования человека, как биологического вида, экзопланет.

Термин экзопланета используется для классификации тех планет, которые находятся за пределами Солнечной системы. Несмотря на то, что первое подтвержденное обнаружение экзопланеты произошло в 1992 г., научный мир уже в 1988 г. открыл планету, вращающуюся вокруг звезды за пределами нашей Солнечной системы (около звезды Гамма Цфея) [1].

К 2021 г. открыто уже 4874 экзопланеты [2] (рис. 1). Большинство открытых экзопланет находятся в нашей Галактике – внутри Млечного пути. При помощи современных мощных астрономических инструментов ученые получают сведения о размерах планет, их составе и поверхности. Состав планет Солнечной системы и экзопланет идентичен, отличаются только комбинации и соотношение: на некоторых больше воды и льда, на других – железа и углерода.

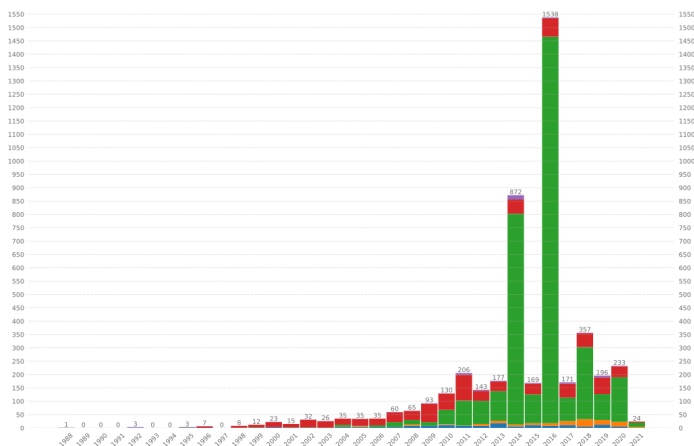


Рис. 1. Количество экзопланет, открытых разными способами (данные на начало 2021 г.)

Для определения способности к колонизации потенциально пригодных для заселения людьми планет, учеными был разработан и введен в использование индекс подобия Земле (Earth Similarity Index, ESI) – индекс пригодности планеты или спутника для жизни, основанный на сопоставлении факторов физического сходства исследуемого объекта с земными условиями, а именно: размер, масса, плотность, расстояние от звезды и температурный показатель поверхности планеты [3]. Теоретический анализ факторов, перечисленных ESI и данных списка «Жизнепригодных планет», разработанного Лабораторией жизнепригодности планет при Университете Пуэрто-Рико в Аресибо, позволяет выделить и определить пять экзопланет, наиболее благоприятных для колонизации человеком (основываясь на 182

показателях ESI и расстояния до объекта). В настоящее время из обнаруженных экзопланет всего 24 имеют потенциал, достаточный для развития сложной органической жизни и являются объектами для изучения [2].

1. Проксима Центавра b (дата открытия: 24.08.2016). Экзопланета, вращающаяся в «обитаемой» зоне красного карлика – звезды Альфа Центавра C (Проксима Центавра), ближайшей Солнцу и составляющей часть тройной звездной системы. Объект расположен на расстоянии 4,2 световых лет от Солнца ($3,8 \times 10^{12}$ км), что делает данную экзопланету ближайшим к Солнечной системе потенциально комфортным для существования миром [4].

Планета подвержена давлению звездного ветра, более чем в 2000 раз превышающему давление, испытываемое Землей. Точный состав объекта неизвестен.

Особенности: силикатный мир (каменистый состав) с жидкой водой на поверхности, отсутствует магнитное поле, отсутствует атмосфера, нестабильность родительской звезды – красного карлика [5].

2. Росс 128 b (дата открытия: 26.10.2017). Каменная экзопланета в системе звезды Росс 128, находящейся в созвездии Девы на расстоянии около 11 световых лет (1×10^{14} км). Росс 128 b имеет массу 1,4 земной. Орбитальный период вращения объекта вокруг центральной звезды – 9,9 земных суток. Росс 128 b вращается вокруг звезды на расстоянии 0,05 а.е. (7 500 000 км) [6]. Экзопланета относится к планетам земной группы и является одним из наиболее вероятных кандидатов для колонизации.

Особенности: стабильность центральной звезды, существование атмосферы.

3. Тигарден b (дата открытия: июнь 2019). Экзопланета, находящаяся на орбите в пределах «обитаемой» зоны звезды Тигардена – красного карлика, расположенного в созвездии Овна, в 12,5 световых годах ($1,2 \times 10^{14}$ км) от Солнца. Орбитальный радиус объекта оценивается в 0,03 а.е. (4 487 936 км). Индекс ESI объекта оценивается как один из наиболее высоких и достигает 96%, что характеризует Тигарден b как мир, благоприятный для существования сложной органической жизни на основе углерода. Приблизительная средняя температура поверхности – 28 °С. Звезда Тигардена – тусклый красный карлик, однако планета Тигарден b находится к своей звезде ближе, чем Меркурий к Солнцу. Экзопланета совершает полный оборот вокруг звезды за 4,8 земных суток.

Особенности: центральная звезда – нестабильный красный карлик, планета находится в приливном захвате [4].

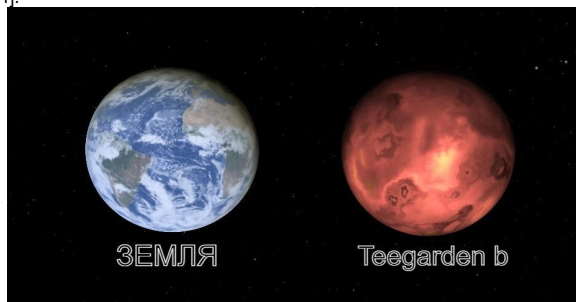


Рис. 2. Сравнение экзопланеты с Землей

4. Лейтен b (дата открытия: 17.03.2017). Экзопланета, находящаяся в зоне обитаемости у звезды Лейтена в созвездии Малого Пса. Находится на расстоянии 12,2 ($1,2 \times 10^{14}$ км) световых лет от Солнца. Индекс ESI оценивается в 91%. Минимальная масса объекта составляет около 2,9 масс Земли, что подтверждает каменный состав экзопланеты. Если окажется, что Лейтен b имеет газовую атмосферу, то температура ее поверхности может достигать 292 К (+19 °С). Лейтен b обращается вокруг центральной звезды на расстоянии 0,09 а.е. (13 460 000 км) с периодом 18,6 земных суток.

Особенности: находится в приливном захвате от центральной звезды, атмосферное давление может иметь критические значения для существования человека [7].

5. TRAPPIST-1d (дата открытия: 22.02.2017). Экзопланета звезды TRAPPIST-1 в созвездии Водолея удалена на 41 ($3,9 \times 10^{14}$ км) световой год от Солнца. Имеет диаметр, близкий к диаметру Земли. Четвертая по отдаленности от звезды из семи планет в системе. Интересно, что звезда TRAPPIST-1 – ультрахолодный красный карлик (температура излучающей поверхности 3080 °С). В то же время, средняя температура экзопланеты TRAPPIST-1d, без учета парникового эффекта возможной атмосферы, составляет –22 °С, что говорит о крайне близком расположении объекта к звезде, а именно 0,03 а.е. (4 487 936 км). Орбитальный период экзопланеты составляет 6 земных суток. Индекс обитаемости PHI (англ. Planetary Habitability Index) оценивает TRAPPIST-1e <-(d) как благоприятный для существования сложной органической жизни на основе углерода и составляет 90%.

Примечания: находится в приливном захвате центральной звезды, имеет слабое давление атмосферы [7].

Таблица 1

Параметры наиболее пригодных для колонизации человеком планет

Экзопланета	ESI, %	Расстояние от Солнца, св. год	Расстояние от центральной звезды, а.е.	Средняя температура поверхности, °С	Период обращения, земные сутки
Проксима Центавра b	87%	4,2	0,05	–39	11,2
Росс 128 b	86%	11	0,05	–20	9,9
Тигарден b	95%	12,5	0,03	+28	4,8
Лейтен b	91%	12,2	0,09	–14	18,6
TRAPPIST-1d	90%	41	0,03	+15	6

В результате анализа параметров Индекса подобия Земле и данным списка «Жизнепригодных планет» были выявлены наиболее удовлетворяющие и подходящие для дальнейшей колонизации экзопланет человечеством, как биологическим видом, допускающие самостоятельного развития сложной углеродной жизни. Из сравнения полученной информации следует вывод: колонизация других планет и межпланетные путешествия в ближайшее время станут одним из основных направлений развития астронавтики и космологии. Нельзя исключать существование внеземной сложной биологической жизни. На данный момент наиболее удовлетворительной для существования углеродной жизни является планета Тигарден b, однако на данный момент человечество пока не изобрело летательных аппаратов, способных преодолевать расстояния в десятки световых лет за время человеческой жизни.

Библиографический список

1. Yandex: Что такое экзопланеты и как ищут жизнь во Вселенной. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/> (дата обращения: 30.11.2021).
2. Jacob W. S. On certain anomalies presented by the Binary Star 70 Ophiuchi // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society : journal. Oxford University Press, 1855. Vol. 15, No. 9. P. 228–230.
3. Yandex: Экзопланеты: описание, поиск, возможная жизнь. URL: <https://v-kosmose.com/> (дата обращения: 29.11.2021).
4. Yandex: Экзопланета-каталог – Исследование экзопланет: Планеты За пределами нашей Солнечной системы. URL: <https://exoplanets.nasa.gov/> (дата обращения: 01.12.2021.)
5. Yandex: PHL Аресибо – Каталог обитаемых экзопланет. URL: <https://phl.upr.edu/projects/> (дата обращения: 01.12.2021).
6. Леонид Попов. Астрономы представили рейтинги обитаемости планет и лун. М.: Просвещение, 1976. 544 с.
7. Yandex: 22 самых интересных экзопланеты с захватывающими деталями. URL: <https://new-science.ru/> (дата обращения: 03.12.2021).

УДК 504.4.054

Е. Г. Койдан, О. О. Николаева, К. Р. Сабирова, У. Г. Веселова, А. Д. Затеева

студенты кафедры инноватики и интегрированных систем качества

Н. А. Жильникова

доктор технических наук, профессор – научный руководитель

ИННОВАЦИОННОЕ РЕШЕНИЕ ПО ОЧИСТКЕ РЕК ОТ МУСОРА

Загрязнение водоемов – актуальная проблема на данный момент. В статье рассмотрены существующие плавучие устройства для сбора мусора. По результатам проведенного исследования предложено судно – сборщик мусора в труднодоступных местах, которое способно вылавливать плавающие отходы с поверхностных водоемов. Собранный мусор передается на переработку.

Ключевые слова: судно, отходы, водоемы.

Введение. В нашей стране производится 90 млн т. мусора в год. В среднем за год каждый из нас выкидывает около 400 кг мусора. Загрязнение рек длится на протяжении двух тысяч лет. И если ранее эту проблему люди не замечали, то сегодня она достигла крупных масштабов. Сложно сказать, остались ли на планете реки с более-менее чистой водой, пригодной для использования без предварительного очищения. Основная причина загрязнения рек – это активный рост и развитие социально-экономической жизни на берегах водоемов. Частицы пластика попадают в реки через сточные воды, сдуваются ветром с мусорных полигонов или просто выбрасываются людьми. В связи с этим ежегодно погибает большое число водных обитателей.

Материалы и методы. В данной работе рассмотрены и проанализированы различные модификации плавучих устройств для сбора мусора в водоеме с целью выбора наилучшего технического решения.

1. Катамаран «Перехватчик» [1]. Судно длиной 24 м и шириной 8 м, в котором конвейерная лента фильтрует воду. Она вылавливает мусор и распределяет его в плавучие контейнеры. После их заполнения оператор получает сигнал. После чего он отправляет лодку, и пластик забирают на переработку (рис. 1).



Рис. 1. Катамаран «Перехватчик»

Плюсы:

- данная система может собирать до 50 т мусора в день;
- устройство работает от солнечной батареи и имеет встроенные литий-ионные аккумуляторы, благодаря чему может работать днем и ночью без шума и выхлопных газов;
- во время вылавливания мусора система перекрывает только часть реки, и только верхние слои, а это значит – не препятствует другим судам, и водным обитателям;

- срок службы аппарата примерно 20 лет. Судно спроектировано так, чтобы не переворачиваться даже при резки наводнениях или при больших волнах;
- судно также не боится тяжелых больших объектов. С помощью так называемого «носа» все габаритные объекты отталкиваются.

Минусы:

- занимает большую площадь;
- высокая стоимость.

2. Комбайн «Aquamarine H5-200» [2]. Уникальный комбайн, предназначенный для очистки водоемов, удаления водорослей и плавающего мусора с прибрежной морской поверхности, а также поверхности водохранилищ, рек и озер (рис. 2).



Рис. 2. Комбайн «Aquamarine H5-200»

Плюсы:

- занимает небольшую площадь;
- подводная часть – поплавки из нержавеющей стали;
- работает в любой воде.

Минусы:

- имеет малую грузоподъемность;
- небольшой топливный бак;
- высокая стоимость.

3. Водный колесный перехватчик компании «ClearwaterMills» [3]. Перехватчик передвигается с помощью крутящегося 4-метрового колеса, зачерпывая воду и передавая ее на движущуюся конвейерную ленту. В это время просеивается весь мусор, который потом собирается в специальном контейнере (рис. 3).



Рис. 3. Водный колесный перехватчик компании «ClearwaterMills»

Плюсы:

- простой механизм использования;
- высокая производительность;
- низкая стоимость.

Минусы:

- небольшой объем контейнера;
- имеет малую грузоподъемность.

4. Судно мусоросборщик компании «Trash Cat United Marine International» [4]. Данный мусоросборщик стоит около 500 тыс. долларов. Он оснащен турбодизельным двигателем с мощностью 180 л. с. TrashCat способен собрать за день 22 т мусора, благодаря этому оно приобретает высокую эффективность (рис. 4).



Рис. 4. Мусороперехватчик «Trash Cat United Marine International»

Плюсы:

- высокая производительность;
- доступность по цене;
- малые размеры.

Минусы:

- маленький захват мусора;
- малая скорость (6 узлов);
- малая грузоподъемность.

5. Эко-катамаран «Манта» [5]. Данный мусоросборщик изготовлен во Франции. Над проектом работало около 20 серьезных компаний. Принцип работы заключается в том, что мусор, попадая в носовую часть, начинает загребать мусор с помощью двух конвейерных лент и доставлять прямоком в места для хранения. Снаряженный вес составляет 1900 т. Скорость при сборе мусора 2–3 узла (рис. 5).



Рис. 5. Эко-катамаран «Манта»

Плюсы:

- работает на солнечных батареях;
- большая производительность;
- большой захват мусора;

– большая грузоподъемность.

Минусы:

– малая скорость (2–3 узла);

–тяжелая система;

– очень высокая цена проекта.

Результаты. Инновационное техническое решение.

Описание. По результатам анализа существующих плавучих средств для сбора мусора предложено новое техническое решение, которое имеет ряд преимуществ по сравнению с аналогами, такие как мобильность, высокая производительность, сменные прицепы для мусора, измельчитель, а также небольшое габариты и большой топливный бак. В совокупности это делает проект инновацией в мире мусоросборщиков. Перевозка к месту работы не занимает много времени и труда (табл. 1).

Назначение. Наш проект служит для сбора мусора в труднодоступных местах. Судно способно собирать весь мусор с поверхности водоемов. После сбора планируется отправлять весь мусор на переработку, что обеспечит более экологичные условия жизни водных обитателей.

Область применения. Судно-мусоросборщик предназначено для сбора мусора с поверхности рек, каналов и озер. Мусор загружается в специальные контейнеры и сдается на утилизацию в специализированные места.

Принцип работы. Судно имеет сменные прицепы. Прицепы будут подбираться в зависимости от условий загрязнения и от площади территории, они служат для экономии топлива. Площадь и степень загрязнения будет высчитываться заблаговременно, чтобы подобрать нужный прицеп. Во время работы плавучие барьеры, которые примут v-образную формы, будут захватывать мусор, и он будет скапливаться позади судна. С помощью течения мусор будет подаваться на конвейерную ленту к shredderу, который перерабатывает мусор, а оттуда поступает в хранилище [6, 7].

Таблица 1

Сравнение характеристик мусоросборщиков

Название судна	Высокая грузоподъемность	Работа вне зависимости от факторов природы	Высокая мобильность	Малая стоимость производства	Высокая скорость
Инновационное техническое решение	+	+	+	+	+
Катамаран «Перехватчик»	+	+	–	–	+
Комбайн «Aquamarine H5-200»	–	+	–	–	+
Водный колесной перехватчик компании «ClearwaterMills»	–	–	–	+	–
Судно мусоросборщик компании «Trash Cat United Marine International»	–	+	+	+	–
Эко-катамаран «Манта»	+	–	–	–	–

На рис. 6 – 8 представлена модель новой модификации плавучего мусоросборщика.

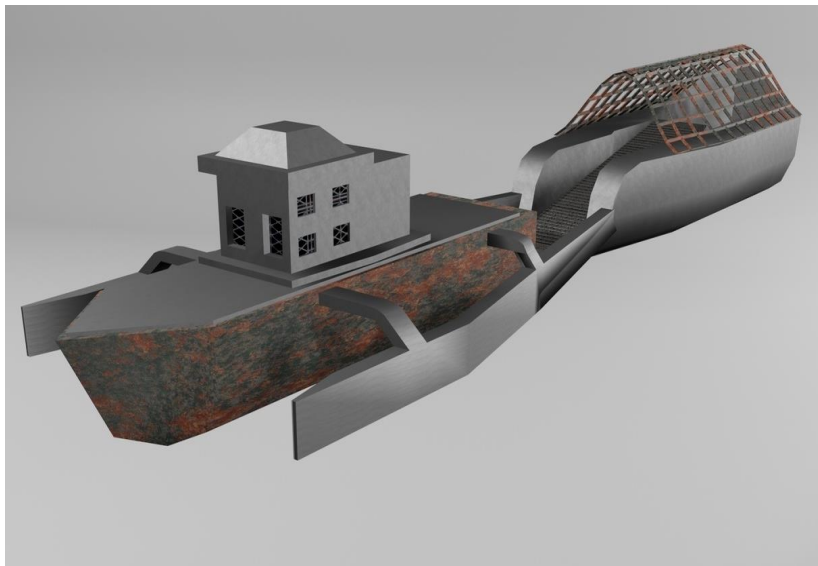


Рис. 6. Главный вид

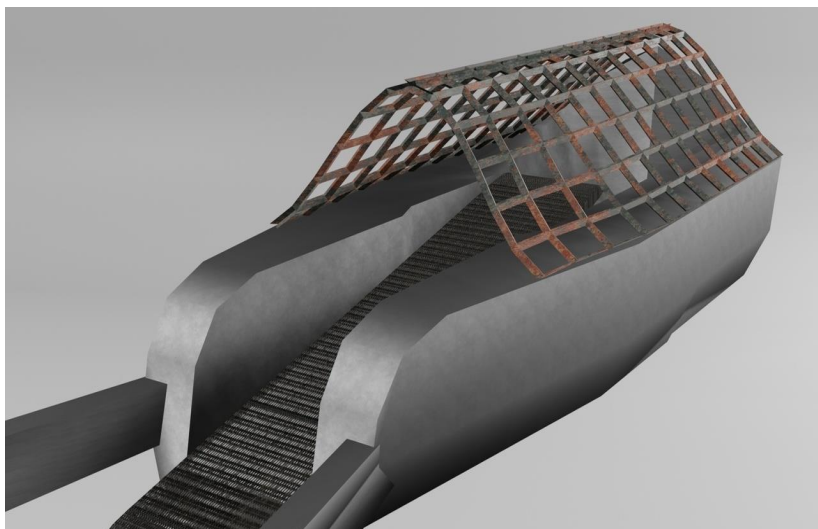


Рис. 7. Прицеп

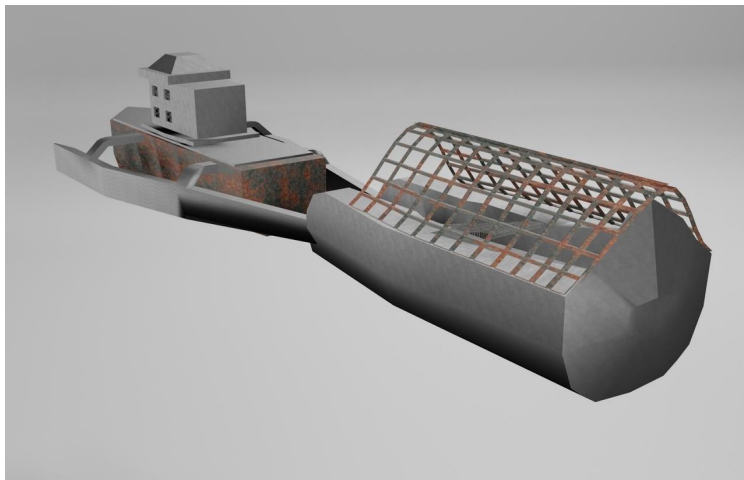


Рис. 8. Вид сзади

Заключение. В ходе работы проанализирован ряд плавучих устройств, предназначенных для сбора мусора. По результатам исследования предложено инновационное техническое решение для сбора плавающих отходов с поверхности водоемов и мусора из труднодоступных мест.

Библиографический список

1. Катамаран перехватчик. URL: <https://broddway.ru/techniques/cleaning-of-beaches-and-reservoirs/aquamarine/aquamarine-h5-200/> (дата обращения: 25.11.2021).
2. Комбайн для очистки водоемов. URL: <https://enki.ua/news/vodnyy-kolesnyy-samohodnyy-perehvatchik-musora-udivitel'naya-mashina-po-ochistke-vodоемов-4833> (дата обращения: 25.11.2021).
3. Водный колесный перехватчик мусора. URL: <https://www.iphones.ru/iNotes/ocean-cleanup-11-22-2021> (дата обращения: 25.11.2021).
4. Судно мусоросборщик «Trashcat» URL: [:http://korably.net/news/sudno_musorosbornik_kompanii_trashcat_united_marine_international/2010-03-13-507](http://korably.net/news/sudno_musorosbornik_kompanii_trashcat_united_marine_international/2010-03-13-507). (дата обращения: 25.11.2021).
5. Катамаран «Манта». URL: <https://www.obozrevatel.com/green/ecology/robot-v-vide-korablya-nachal-ohotitsya-za-musorom-v-vodоемах-video.htm>. (дата обращения: 25.11.2021).
6. Колесный перехватчик. URL: <https://www.bestreferat.ru/referat-194582.html>. (дата обращения: 25.11.2021).
7. Мусорные баки на судах. URL: <https://rmtcons.com/color-marking-and-quantity-of-garbage-containers-on-ship/> (дата обращения: 25.11.2021).

УДК 629.735.33

А. В. Красилова

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

А. В. Винниченко

ассистент кафедры инноватики и интегрированных систем качества – научный руководитель

ИССЛЕДОВАНИЕ БИЗНЕС-СИСТЕМЫ ТЯЖЕЛОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

В данной статье представлено исследование бизнес-системы, которая используется на современном предприятии тяжелого машиностроения с целью повышения эффективности производства: повышения КРІ, качества продукции, производительности труда и снижения затрат на достижение этих целей. Основными задачами данной статьи являются: анализ эффективности внедренной бизнес-системы, выявление ее слабых мест и внесение предложений по их устранению, а также сравнение с бизнес-системой японской компании Toyota.

Ключевые слова: бизнес-система, качество, принципы менеджмента, повышение эффективности производства, СМК, TPS, Lean Production.

Введение. Качество продукции – это важнейший показатель конкурентоспособности предприятия. В современном мире чрезвычайно важное значение приобретает проблема качества продукции. От ее успешного решения в значительной степени зависит благополучие фирмы. Чем выше качество продукции, тем выше конкурентоспособность компаний, которые ее выпускают. Поэтому повышение качества и производительности труда на производстве – приоритетные задачи любого предприятия [8]. Важно, чтобы этого можно было достичь при минимальных затратах.

На любом современном предприятии созданы специальные программы, целью которых является решение проблем, связанных с производством той или иной продукции: выявление несоответствий, которые возникали неоднократно, их решение в кратчайшие сроки; налаживание обратной связи между рабочими и инженерами, что также помогает в быстром выявлении проблем и нахождение путей их решения [6]. Одним из важнейших показателей на современном предприятии является вовлеченность персонала, т. е. желание работников совершенствовать свою работу и помогать в этом другим. На мой взгляд, это важнейшая часть работы любой компании и предприятия, потому что в большей степени от людей зависит качество продукции и выполнение поставленных сроков по ее реализации. Вышеуказанные программы, в том числе, направлены на регулирование уровня вовлеченности, их целью является его повышение. Для этого используются специальные инструменты, например программа, в рамках которой работники любой линейки (рабочие и др.) могут предложить идеи по рационализации своей работы, которые помогут не только повысить производительность труда, но и качество, добиться экономического эффекта.

На предприятии существует программа – бизнес-система, на период которой создаются группы из числа работников данной компании из разных подразделений, назначаются роли и ведется работа. С появлением бизнес-системы стало проще решать ряд вопросов, а также из-за инструментов, которые ввели в рамках нее, стало выявляться очень много брака, в сравнении с периодом до программы. Это не говорит о том, что люди стали хуже работать или и стали халатно относиться к работе. Такие инструменты бизнес-системы не дают замалчивать и укрывать проблемы, поэтому хотя количество брака не изменилось, теперь появилась возможность искать первопричины и совершенствовать производство, для повышения качества и уменьшения затрат. Как показывает практика, эффективность работы групп, которые занимаются вопросами качества в рамках бизнес-системы сильно преувеличена. Они собирают данные, создают отчеты, которые видят только руководителя, но по факту изменений не происходит. На это влияет ряд факторов, которые показаны на рис. 1.

1. Низкая общая квалификация работников в области качества и руководителей, привлекаемых к работе по программам, направленным на повышение качества продукции и производительности труда. Рабочую группу создают из работников, чей профиль не относится напрямую к управлению качеством.

2. Отсутствие или недостаточность документов, регламентирующих работу созданной группы. Наблюдая за работой группы можно сделать вывод, что 60% привлекаемых работников слабо представляют, что именно и какими способами необходимо сделать в рамках данной программы.



Рис. 1. Основные проблемы работы бизнес-системы на предприятии

3. Не созданы условия, позволяющие в полной мере выполнять работу. Наблюдается проблема в коммуникации отделов и служб, из-за этого значительная часть проблем, выявленных группой, так и остаются нерешенными.

4. Невозможность для работников развиваться в этой сфере. Наблюдая за работой группы, можно сделать вывод, что 60% привлекаемых работников слабо представляют, что именно и какими способами необходимо сделать в рамках данной программы. Работников вводят в сферу, которая отличается от той, в которой он работает, при этом процент отвлечение его от постоянной работы – 100%. Получается, что человеку надо разобраться с новыми обязанностями, и при этом он не может и не имеет возможности ведения текущих дел на своей постоянной должности.

Четыре самых ярких фактора в большей степени тормозят и обесценивают саму идею создания такой программы. Решив их можно в значительно повысить продуктивность группы и получить позитивный результат от реализации программы. Сделать это можно за несколько шагов:

1. Перед началом программы направлять привлекаемых к программе работников на короткой обучение, где будут раскрыты основные идеи, задачи повышения качества и инструменты по их достижению.

2. Доработать существующие инструкции, разработать новые, которые будут давать четкое распределение обязанностей и понятие по их выполнению.

3. Наладить коммуникацию между службами и группой бизнес-системы, как вариант назначить, одного человека, который будет ответственным за координацию с необходимыми службами.

4. Основной шаг по решению проблемы работы бизнес-системы – собрать постоянный штат сотрудников, которые будут выполнять/производить контроль инструментов по повышению эффективности производства. Необходимо, чтобы работники, задействованные в этом отделе, были высококвалифицированными специалистами как в области менеджмента, производства. Соответственно, недопустимо привлекать людей, чья работа проходит исключительно в отделе. Их обязанности – искать слабые места отдельных подразделений/цехов не с точки зрения определенной цели, например, решить проблему огромного количества брака, а посмотреть на ситуацию шире и с разных сторон, чтобы докопаться до первопричины и постараться ее устранить. И уже при выявлении и анализе проблем можно было бы собирать отдельную группу сотрудников, чей профиль напрямую связан с этой проблемой, тогда можно гораздо эффективней распределить работу, а также сократить срок разрешения ситуации.

У бизнес-системы, работающей на современном российском предприятии, есть огромное количество недостатков и проблем. Такую систему невозможно внедрить в короткие сроки в том виде, в котором мы хотим. Мировые лидеры среди компаний внедряли систему десятилетиями, с постоянным совершенствованием и корректировками [3]. Благодаря терпению и вложению больших усилий им это удалось. Каждая компания, которая действительно конкурентоспособна и старается быть лидером в своей отрасли, придумывает свои системы по управлению и организации производства.

Еще одной важной проблемой работы с качеством на современном предприятии является поиск «собственного пути», на что тратится масса времени. А время – единственный ресурс, который восполнить невозможно. Почему бы не воспользоваться проверенным временем путем, который приведет от разухи к процветанию? [5] Существует огромное количество работ, посвященных теме качества, правильное использование которых может принести результат, который будет даже выше ожидаемого. Без соблюдения всех этих принципов в совокупности невозможна работа ни одного предприятия. Для поддержания постоянной удовлетворенности потребителя предприятию необходимо совершенствовать свою продукцию и процессы.

Главной целью СМК является достижение долгосрочного успеха, а также соответствие результатов процесса запросам потребителя [7]. СМК на любом современном предприятии работает по шагам, представленным на рис. 2



Рис. 2. Шаги для достижения целей СМК

Важную часть жизни производства занимают принципы качества, на которых оно основывается. По ISO 9001:2015 существует 7 принципов [1], они показаны на рис. 3. Эти принципы применяются абсолютно на каждом предприятии, но интерпретированы под условия своего производства.

На рис. 4 представлен вариант применения данных принципов на современном предприятии тяжелого машиностроения. Анализируя программу трансформации предприятия, мы можем сделать вывод, что оно так же использует принципы менеджмента, указанные в ISO 9001:2015, а также включает в себя принципы Э. Деминга. Это говорит о том, что предприятие нацелено по повышению своей эффективности и, как в следствие, повышение конкурентоспособности на рынке. Каждая компания, которая рассчитывает быть лидером не только в рамках своей страны, но и бороться за место на международной арене, должна руководствоваться стандартами международного уровня, а не только государственными.

Рассматриваемая программа введена не так давно, меньше пяти лет назад, несмотря на то, что методы, на которых она базируется были предложены и рассмотрены международной организацией гораздо раньше. Если внедрить и со временем наладить работу всех этих принципов в совокупности, то можно добиться большого успеха.



Рис. 3. Принципы менеджмента качества

Концепций менеджмента множество, компании стараются разработать их под свои условия, но все же они будут схожи между собой, потому что цель их разработки направлена на достижение единого результата – чтобы компания работала «как часы», потому что, если все будет работать как надо, то повысится качество и производительность труда, прибыль станет выше, а затраты, связанные с браком, перепроизводством и так далее станут ниже.



Рис. 4. Программа трансформации на современном предприятии тяжелого машиностроения

На примере компании Toyota мы бы хотели показать, как строится бизнес-система на предприятии и какие плоды она приносит. Секрет, который выгодно отличает эту компанию от других, не в отдельных приемах или методах [2]. Самое важное, что все они работают в совокупности, как единая система. Систему нужно практиковать изо дня в день упорно и последовательно, без авралов и спешки. Toyota разработали свою систему, которая имеет название – TPS (Toyota Production System), которая, кстати, стала первоисточником возникшей позднее в США концепции Lean Production (бережливое производство).

Базовые принципы и методы этой системы абстрагированы от отраслевой специфики. Они не направлены на производство определенной продукции, а предлагают шаги, выполнение которых в совокупности дает нам хорошую организацию работы любой компании. Базируется TPS на 14 принципах, как и у Эдварда Деминга, который впервые описал их в книге «Out of the crisis» в 1982 г. Toyota выстраивала свою систему десятилетиями. Первое время подход компании воспринимался чисто механически, на уровне присущего Западу рационализма («нажми на кнопку – получишь результат»), но результат получался нестойкий. Осознание же истинной глубины TPS пришло лишь через 20 лет. Производственную систему компании невозможно создать, опираясь только на теорию. Требуется опыт, который вы приобретаете, начав совершенствования. Обычно шишек набивается меньше, если ваши инициативы поддерживаются профессионалами практическим опытом. Принципы TPS представлены на рис. 5.

1. Принимай управленческие решения с учетом долгосрочной перспективы, даже если это наносит ущерб краткосрочным финансовым целям.
2. Процесс в виде непрерывного потока способствует выявлению проблем.
3. Используй систему вытягивания, чтобы избежать перепроизводства.
4. Выравнивай объем работ.
5. Сделай остановку производства с целью решения проблем частью производственной культуры, если того требует качество.
6. Стандартные задачи – основа непрерывного совершенствования и делегирования полномочий сотрудникам.
7. Используй визуальный контроль, чтобы ни одна проблема не осталась незамеченной.
8. Используй только надежную, испытанную технологию.
9. Воспитывай лидеров, которые досконально знают свое дело, исповедуют философию компании и могут научить этому других.
10. Воспитывай незаурядных людей и формируй команды, исповедующие философию компании.
11. Уважай своих партнеров и поставщиков, ставь перед ними трудные задачи и помогай им совершенствоваться.
12. Чтобы разобраться в ситуации, надо увидеть все своими глазами.
13. Принимай решение не торопясь, на основе консенсуса, взвесив все возможные варианты; внедряя его не медли.
14. Станьте обучающейся организацией за счет неустанного самоанализа и непрерывного совершенствования.

Рис. 5. Принципы TPS

Заключение. Если руководители компаний в полной мере и правильно использовали бы научные труды великих людей, которые всю жизнь посвятили качеству, то было бы проще наладить эффективность производства, и только вносить коррективы и постоянно совершенствоваться, подстраиваясь под течение времени под появление новых технологий. «Вы можете не изменяться. Выживание не является обязанностью» – Эдвард Деминг. Для того, чтобы производство работало как часы, необходимо приложить большое количество усилий и потратить на это очень много времени [4]. Нас с детства учат «пришел – увидел – победил». Это значит, что наш нам нужна быстрая победа, неважно какой ценой, мы не работаем на будущее, нацелены на быстрое получение результата. По этой причине система никогда не будет работать идеально, но мы можем довести ее до рабочего состояния с получением постоянного положительного результата. Изменение и внесение корректировок – важная часть работы любого предприятия для поддержания его конкурентоспособности.

Библиографическое список

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования. М.: Стандартиформ, 2020. 33 с.
2. Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира / Лайкер Д. М.: Издат. группа «Точка», 2021. 400 с.
3. Вызовы цифровой трансформации и бизнес высоких технологий / Н. А. Кравченко, В. Д. Маркова, Н. П. Балдина [и др.] / под ред. д. э. н. Н. А. Кравченко, д. э. н. В. Д. Марковой. Новосибирск: ИЗОПП СО РАН, 2019. 352 с.
4. Почукаева О. В., Орлова Т. Г. Анализ развития тяжелого машиностроения России // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. 2011. № 9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-razvitiya-tyazhelogo-mashinostroeniya-rossii> (дата обращения: 23.02.2022).
5. Косенко У. В. Международный опыт управления логистическими бизнес-процессами машиностроительных предприятий // Вестник Института экономических исследований. 2018. № 3 (11). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdunarodnyy-opyt-upravleniya-logisticheskimi-biznes-protsessami-mashinostroitelnyh-predpriyatiy> (дата обращения: 23.02.2022).
6. Борисов В. Н. Необходимые условия модернизации российской обрабатывающей промышленности на примере тяжелого машиностроения. URL: <https://ecfor.ru/publication/usloviya-modernizatsii-obrabatyvayushhej-promyshlennosti-na-primere-mashinostroeniya/> (дата обращения: 01.02.2022).
7. Управление эффективностью развития интегрированных производств в современных условиях. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46554931> (дата обращения: 23.02.2022).
8. Инструменты контроля качества. URL: <https://vuzlit.ru/2092228/vvedenie> (дата обращения: 01.02.2022).

УДК 504.06

К. Э. Смирнов

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

Е. Н. Киприянова

кандидат технических наук, старший научный сотрудник – научный руководитель

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК ОТ СУЛЬФАТ-ИОНОВ

Проблема очистки стоков и возврата их в хозяйственный оборот приобрела глобальное значение. В специальном докладе о состоянии водных ресурсов планеты эксперты ООН призвали государства и крупные компании относиться к огромному количеству сточных вод не как к дорогостоящей проблеме, а как к недооцененному экономическому ресурсу, и увеличивать инвестиции в технологии очистки и повторного использования воды. Правительства многих государств объективно ориентируются на решение комплекса традиционных инженерно-технических, политических, правовых, экологических, социально-экономических и морально-этических проблем через сбережение водных ресурсов и преодоление накопленного «водного следа». Ежегодно в России сбрасывается более 52 км³ стоков, а в перспективе эти объемы вырастут на 15–17%, что потребует увеличения мощности очистных сооружений на 200–250 тыс. м³/ч. Поэтому задача научно обоснованного рецикла очищенных производственных, коммунальных и ливневых стоков в хозяйственный оборот с целью максимального замещения пресной питьевой воды в промывочных, технических, строительных и иных производственных процессах актуализируется [1].

Очистка сточных вод горно-обогатительных комбинатов (ГОК) и их повторное использование в настоящее время проблема, актуальная во всем мире. Стоки ГОК – это сложный по составу раствор, включающий ионы тяжелых металлов, поверхностно-активные вещества, кислоты, реагенты, применяемые при обогащении руд.

В настоящее время эффективных и экономичных методов очистки стоков на действующих предприятиях горнопромышленного комплекса не существует. Поэтому совершенствование процесса очистки сточных вод обогатительных фабрик с возвратом их в оборотную систему водопользования предприятия для снижения антропогенного воздействия на окружающую среду – это важная задача.

Основным методом обогащения руд цветных металлов, является флотационный метод, позволяющий повышать степень извлечения металлов и качество получаемых концентратов. Данный метод применяется для выделения более ста минералов из различных руд [2, 3].

Флотационные методы обогащения основаны на различной смачиваемости разделяемых компонентов. По этой способности все минералы делятся на две группы: гидрофильные – смачиваемые водой; гидрофобные – несмачиваемые водой. Разделение пустой породы и ценных компонентов происходит в водной среде, где кроме твердой фазы, т. е. непосредственно обогащаемого материала, присутствует газообразная фаза – пузырьки воздуха. Поднимаясь на поверхность флотационной камеры, пузырьки воздуха сталкиваются с гидрофобными и гидрофильными частицами материала. Гидрофобные частицы (зерна руды) прилипают к пузырькам воздуха и выносятся на поверхность камеры. Гидрофильные частицы породы смачиваются водой, не прилипают к пузырькам воздуха и остаются в объеме камеры

Для обеспечения очистки сточных вод обогатительных фабрик и использования их в системе оборотного водоснабжения необходима очистка воды не только от ионов тяжелых металлов, реагентов, используемых при обогащении, но и от сульфат-ионов.

Широко используется реагентный известковый метод. Реагентный метод предусматривает перевод извлекаемых ионов из растворов в осадок при определенном значении pH раствора. Часто в качестве реагента применяется 5–10% раствор известкового молока [4]. В работе использование данного метода позволяет получить эффективность очистки сточных вод от сульфат-ионов до 41%.

Главный недостаток этого метода – не достигается ПДК по сульфат-ионам, следовательно, невозможна организация замкнутой системы водооборота [5]. Причины этого не только чисто химические, в том числе высокая растворимость CaSO₄ в воде, но и многие технологические особенности процес-

сов, в том числе непостоянный состав сульфатсодержащих сточных вод; зарастание оборудования гипсом и др. К основным недостаткам реагентного метода относятся:

- существенные затраты реагентов;
- дополнительное загрязнение сточных вод;
- невозможность возврата в оборотный цикл очищенной воды из-за повышенного соледержания.

Анализ патентной информации по очистке сточных вод обогатительных фабрик от сульфат-ионов позволил установить следующее:

1. Авторами [6] установлено, что реагент – осадитель алюминий и кальцийсодержащий продукт термообработки отходов алюминиевого и энергетического производства позволяет обеспечить очистку от сульфат-ионов до 98%.

2. Авторами [7–10] предложено применение пасты – смеси CaO и Al(OH)₃, что может обеспечить очистку сточной воды от сульфат-ионов до 93 и 97% для модельного раствора и рудничной воды соответственно.

3. Авторами [11] рекомендуется применение двухстадийной обработки сточных вод с использованием на первой стадии известкового молока (Ca(OH)₂) с последующим отделением полученного осадка и осаждением оставшихся сульфат-ионов добавлением карбоната бария (BaCO₃).

Таким образом, во всех патентах используется известковое молоко, гидроксид алюминия и его производные, а также соли бария и некоторые виды производственных отходов.

Представляет интерес проведение сравнительного анализа запатентованных методов очистки сточных вод от сульфат-ионов в ходе экспериментальных исследований.

В качестве объектов исследования в данной работе использовали модельные растворы с концентрацией SO₄²⁻ 3700 мг/дм³ и оборотную воду, содержащую 1500 мг/дм³ сульфат-ионов. Сточная вода обогатительной фабрики, кроме сульфат-ионов, содержит ионы тяжелых металлов (Cu²⁺, Zn²⁺, Pb²⁺, Fe²⁺,³⁺) и остаточный ксантогенат. Общая жесткость воды в пределах 36–40 мг-экв/дм³, сухой остаток – 2750 мг/дм³.

Результаты исследования процесса осаждения сульфат-ионов известковым молоком приведены в табл. 1. Модельный раствор SO₄²⁻

Таблица 1

Результаты обработки модельных растворов и сточной воды известковым молоком

№ п/п	Исследуемая проба	Конц. SO ₄ ²⁻ до очистки, мг/дм ³	Технология очистки (соотношение реагентов)	Длительность очистки, мин	Конц. SO ₄ ²⁻ после очистки, мг/ дм ³	Эффективность очистки, %
1	Модельный раствор SO ₄ ²⁻	3700	50 см ³ раствора+10 см ³ 5% Ca(OH) ₂ (pH 11) (SO ₄ ²⁻ :Ca ²⁺ =185мг:270 мг=1:1,5)	30 мин магнитная мешалка	3710	0
2	Модельный раствор SO ₄ ²⁻	3700	50 см ³ раствора+10см ³ 10% Ca(OH) ₂ (pH 11) (SO ₄ ²⁻ :Ca ²⁺ =185 мг:540 мг=1:3)	30 мин магнитная мешалка	3612	2,4
3	Оборотная вода обогатительной фабрики	1500	50 см ³ воды+5 см ³ 5% Ca(OH) ₂ (pH 12) (SO ₄ ²⁻ :Ca ²⁺ =75мг:250мг=1:3,3)	30 мин магнитная мешалка	1323	11,8
4	Оборотная вода обогатительной фабрики	1500	50 см ³ воды+10 см ³ 5% Ca(OH) ₂ (pH 12)(SO ₄ ²⁻ :Ca ²⁺ =75 мг:500мг=1:6,7)	30 мин магнитная мешалка	1041	30,6

Как видно из данных табл. 1 очистка модельных растворов 5 и 10% суспензиями известкового молока практически не происходит, а для оборотной воды эффективность очистки остается низкой (около 30%) и возрастает с ростом соотношения $\text{SO}_4^{2-}:\text{Ca}^{2+}$. Этим способом невозможно добиться глубокой очистки из-за высокой растворимости образующегося сульфата кальция, составляющей 2,02 г/дм³. Известен ряд способов очистки сточных вод от сульфат-ионов путем нейтрализации воды известковым молоком с применением различных алюминийсодержащих реагентов: AlCl_3 , $\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl}$, NaAlO_2 [7 – 11, 12].

Для очистки сточных вод от сульфат-ионов предложено использовать гидроксид алюминия аморфной структуры, извлеченный из кислого раствора алюминиевой соли. При этом сточную воду сначала подщелачивают до pH 12,2–12,4 и осветляют (фильтрованием). Далее в осветленную воду вводят гидроксид алюминия аморфной структуры. После этого проводят дополнительное подщелачивание воды до pH 12,7–13,0 при непрерывном перемешивании до завершения осаждения ионов SO_4^{2-} .

В табл. 2 приведены результаты исследования очистки модельных растворов и оборотной воды от сульфат-ионов суспензиями, содержащими смеси известкового молока и гидроксида алюминия.

Таблица 2

Результаты очистки воды от сульфат-ионов смесью $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Al}(\text{OH})_3$ при разных условиях

№ п/п	Исследуемая проба	Конц. SO_4^{2-} до очистки, мг/дм ³	Технология очистки (соотношение реагентов)	Длительность очистки, мин	Конц. SO_4^{2-} после очистки, мг/дм ³	Эффективность очистки, %
1	Модельный раствор SO_4^{2-}	3700	50см ³ раствора+3г пасты (2г $\text{Al}(\text{OH})_3$ +1г $\text{Ca}(\text{OH})_2$) (pH 11) SO_4^{2-} : $\text{Al}^{3+}:\text{Ca}^{2+}$ =75мг:86мг:54мг =1:1,15:0,72	10 мин магнитная мешалка	2950	20,3
2	Модельный раствор SO_4^{2-}	3700	50см ³ раствора+3г пасты (2г $\text{Al}(\text{OH})_3$ +1г $\text{Ca}(\text{OH})_2$) (pH 11) SO_4^{2-} : $\text{Al}^{3+}:\text{Ca}^{2+}$ =75мг:86мг:54мг =1:1,15:0,72	30 мин магнитная мешалка	2730	26,2
3	Оборотная вода обогатительной фабрики	1500	50см ³ воды+0,35г пасты (0,25г $\text{Al}(\text{OH})_3$ +0,1г сухого $\text{Ca}(\text{OH})_2$) (pH 11,3) SO_4^{2-} : $\text{Al}^{3+}:\text{Ca}^{2+}$ =75мг:86мг:54мг =1:1,15:0,72	30 мин магнитная мешалка	1229	18,1
4	Оборотная вода обогатительной фабрики	1500	50см ³ воды+10 см ³ 5% $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (pH 12)+0,1215г $\text{Al}(\text{OH})_3$ (свежеприготовленный из кислого раствора соли $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) SO_4^{2-} : $\text{Al}^{3+}:\text{Ca}^{2+}$ =75мг:42мг:500 мг=1:0,56:6,7	15 мин магнитная мешалка	1041	30,6

Полученные результаты исследования технологий очистки модельных растворов и оборотной воды обогатительной фабрики в соответствии с рекомендациями [6–11] показали низкую эффективность очистки от 18 до 30%.

В работе [11] предложен способ очистки кислых сточных вод от сульфатов тяжелых металлов, включающий двухстадийную обработку с использованием на первой стадии известкового молока с последующим отделением нейтрализованной до pH 7,5–8 воды от осадка, отличающийся тем, что на второй стадии, для удаления содержащегося в осветленной воде сульфата кальция, вводят карбонат бария и выдерживают полученную суспензию до завершения обменной реакции.

Авторы [12] отмечают, что при известковом методе очистки сточных вод необходимо использовать коагулянт – сульфат двухвалентного железа и флокулянт – полиакриламид.

В работе [13] приведены результаты исследования условий осаждения и фильтрования сульфата бария. В этих условиях глубокую очистку сточных вод от сульфат-ионов обеспечивает низкая растворимость сульфатов тяжелых металлов в воде (табл. 3), она более чем в тысячу раз меньше, чем у сульфата кальция. Как видно, минимальная растворимость характерна для сульфата свинца, но ионы свинца отличаются высокой токсичностью ($ПДК_{\text{хоз.лит.}} = 0,01 \text{ мг/дм}^3$, класс опасности 2) и его использование на практике исключается.

Таблица 3

Растворимость сульфатов

№ п/п	Сульфаты	Произведение растворимости моль/дм ³
1	CaSO ₄	1,5×10 ⁻²
2	BaSO ₄	1×10 ⁻⁵
3	PbSO ₄	2,3×10 ⁻⁸

В табл. 4 приведены результаты исследования процесса очистки сточной воды от сульфат-ионов с применением ионов бария.

Таблица 4

Результаты очистки воды от сульфат-ионов растворами, содержащими ионы бария

№ п/п	Исследуемая проба	Конц. SO ₄ ²⁻ до очистки, C _{SO₄²⁻} , мг/дм ³	Технология очистки (соотношение реагентов)	Длительность очистки, мин	Конц. SO ₄ ²⁻ после очистки, C _{SO₄²⁻} , мг/дм ³	Эффективность очистки, %
1	Модельный раствор SO ₄ ²⁻	3700	30см ³ раствора (pH 6)+4 см ³ 0,1% BaCl ₂ (pH 5) SO ₄ ²⁻ :Ba ²⁺ =111мг:4,510 ⁻⁴ мг=1:4·10 ⁻⁶	30 мин Магнитная мешалка	1490	59,7
2	Модельный раствор SO ₄ ²⁻	3700	30см ³ раствора (pH 6)+8 см ³ 0,1% BaCl ₂ (pH 5) SO ₄ ²⁻ :Ba ²⁺ =111мг:4,5·10 ⁻⁴ мг=1:8·10 ⁻⁶	30 мин Механическое встряхивание	2955	20,0
3	Модельный раствор SO ₄ ²⁻	3700	30см ³ раствора (pH 6)+35см ³ 0,5% BaCl ₂ (pH 5) SO ₄ ²⁻ :Ba ²⁺ =111мг:0,02мг=1:2·10 ⁻⁴	30 мин Магнитная мешалка	303,8	91,8
4	Оборотная вода обогатительной фабрики	1500	50см ³ воды (pH=6)+15 см ³ 0,5% BaCl ₂ (pH=5) SO ₄ ²⁻ :Ba ²⁺ =75мг:0,008мг=1:1·10 ⁻⁴	20 мин Магнитная мешалка	328	78,1
5	Оборотная	1500	50см ³ воды (pH=7) +5см ³	20 мин Маг-	40	97,3

№ п/п	Исследуемая проба	Конц. SO_4^{2-} до очистки, $\text{C}_{\text{SO}_4^{2-}}$, мг/дм ³	Технология очистки (соотношение реагентов)	Длительность очистки, мин	Конц. SO_4^{2-} после очистки, $\text{C}_{\text{SO}_4^{2-}}$, мг/дм ³	Эффективность очистки, %
	вода обогасти-тельной фабрики		5%Ca(OH) ₂ (суспензия, pH=12)+35 см ³ 0,5% BaCl ₂ (pH=5) SO_4^{2-} :Ba ²⁺ =75мг:0,02мг =1:2·10 ⁻⁴	нитная мешалка		
6	Оборотная вода обогасти-тельной фабрики	1500	50см ³ воды (pH=7)+35см ³ 0,5% BaCl ₂ (pH=5) SO_4^{2-} :Ba ²⁺ =75мг:0,02мг=1:2·10 ⁻⁴	20 мин Магнитная мешалка	90	94,0

Как видно из данных табл. 4 использование 0,5% раствора BaCl₂ резко повышает эффективность процесса очистки воды от сульфат-ионов до 90% и более. Таким образом, установлены зависимости остаточной концентрации сульфат-ионов от pH растворов, вида и количества реагента-осадителя.

Очистка исключительно известковым молоком имеет наименьшую эффективность – около 10–20% и для образования осадка требуется продолжительное время.

Реагент из гидроксида алюминия и гидроксида кальция также не отличается достаточной эффективностью. При взаимодействии сульфатов с Al(OH)₃ и Ca(OH)₂ образуется комплексное соединение, которое менее растворимо в воде, эффективность очистки достигает 30%, и имеет более широкое применение в очистке сточных вод горно-обогатительных комбинатов.

Добавление малых концентраций ионов бария приводит к образованию кристаллов сульфата бария, которые затем способствуют выпадению в осадок сульфата кальция, если в сточную воду добавлять известковое молоко.

Раствор BaCl₂ с концентрацией 0,1% при массовом соотношении ионов SO_4^{2-} :Ba²⁺ от 1:4 10⁻⁶ до 1:2·10⁻⁴ обеспечивает эффективность очистки до 60% и 91,2% соответственно. Для более глубокой очистки необходимо увеличить количество добавляемого раствора-осадителя. На эффективность очистки оказывают влияние и способы перемешивания растворов. Наиболее эффективное перемешивание из исследованных в данной работе было с использованием магнитной мешалки.

Сульфат бария не растворяется в воде и не оказывает существенного влияния на окружающую среду, но из-за высокой цены редко используется в промышленных технологиях.

Библиографический список

1. Крупина Н. Н. Сущность и объективная необходимость развития локальных рынков непитьевой воды // Экономический анализ: теория и практика. 2018. Т. 17. № 6. С. 1014–1033.
2. Морозов В. В. Научные основы очистки сточных и кондиционирования оборотных вод горно-обогатительных комбинатов с утилизацией ценных компонентов // Семинар 6. Доклад на симпозиуме «Неделя горняка-99» Москва. МГГУ. 25.01.99.
3. Бургимова Е. Технология очистки сточных вод горно-обогатительных комбинатов. URL: <https://pandia.ru/text/80/223/15348.php> (дата обращения: 12.04.2022).
4. Вараева Е. А., Аксенов В. И. Технология очистки сточных вод горнообогатительных комбинатов // Водное хозяйство России. 2015. №1. С. 98–106.
5. Мысина У. Ш. Технология получения реагента для очистки сточных вод из золы от сжигания угля // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). 2014. № 25 (51). С. 80–82.
6. А. с. 872462 СССР, МКИЗ С 02 F 1/58. Способ очистки сточных вод от сульфат-ионов / В. П. Порубаев, А. А.Николо, П. Ф.Стацуро [и др.] // Бюл. 1992. № 41.
7. Патент 2233802 RU, МПК С 02 F1/58. Способ очистки сточных вод от сульфат-ионов / М. П. Ким, Г. Л.Молодчик // Опубликовано 10.08.2004.

8. Патент 2236384 RU, МПК С 02F1/58. Способ очистки сточных вод от сульфат-ионов / М. П. Ким, Г. Л. Молодчик // Опубликовано 20.09.2004.
9. Патент 23223398 RU, МПК С 02F1/66. Способ очистки сточных вод от сульфат-ионов / М. П. Ким, Г. Л. Молодчик, А. Е. Агапов [и др.] // Опубликовано 20.04.2008. Бюл. № 11.
10. Патент 2323164 RU, МКИЗ С 02F1/66. Способ очистки сточных вод от сульфат-ионов / М. П. Ким, Г. Л. Молодчик, А. Е. Агапов [и др.] // Опубликовано 27.04.2008. Бюл. № 12.
11. Патент 2448054 RU, МПК С 02F1/62. Способ очистки кислых сточных вод от сульфатов тяжелых металлов / С. А. Куценко, Ж. В. Хрулева // Опубликовано 20.04.2012.
12. Кандалов М. С. Совершенствование действующего технологического процесса очистки сточных вод гальванического производства АО «АПЗ им. Пландина» // Химическая технология. 2009. № 10. С. 623–631.
13. Масляникова Д. В., Колесников А. В., Какуркин Н. П. Очистка сточных вод гальванохимических производств от сульфат-ионов // Успехи в химии и химической технологии. Т. XXXII. 2018. № 3. С. 20–21.

УДК 005.6

К. С. Суворова

студент 2 курса магистратуры кафедры инноватики и интегрированных систем качества

В. М. Милова

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА УСЛУГ МАЛОГО БИЗНЕСА

В современном мире все больше возрастает влияние малого бизнеса на экономику в развитых странах. Вместе с тем, для малых компаний характерна высокая чувствительность к внешней среде. Чтобы существовать в быстромменяющихся условиях последних лет, компании должны уделять большее внимание управлению качеством процесса обслуживания покупателей и клиентов.

Ключевые слова: малый бизнес, эффективность, сфера услуг, качество услуг, конкурентоспособность.

Определение малого бизнеса различается в российских и иностранных источниках, тем не менее, в их основе всегда лежат два главных параметра: численность сотрудников и годовой оборот организации в денежном эквиваленте. Под категорию малого бизнеса, как правило, попадают организации с численностью персонала от 2 до 99 человек и среднегодовым оборотом до одного миллиона долларов. В России к малым предприятиям относят компании, число работников у которых составляет до 100 человек включительно, и годовой оборот не превышает 800 млн рублей.

За последние годы во всем мире отмечено быстрое развитие малого бизнеса и увеличение его доли в экономике многих развитых стран, что оказывает положительное влияние на их социально-экономическое развитие. В России ситуация все еще отличается от общемировой. В настоящее время в нашей стране остается недостаток малых предприятий, их доля в ВВП страны до сих пор мала, несмотря на большой потенциал развития. Более того, доля МСП (предприятий малого и среднего бизнеса) в последние годы показывает отрицательную динамику роста (19,8% в 2020 г. против 20,8% в 2019 г.) [1]. В первую очередь, это связано с их низкой устойчивостью к различным кризисам, к которым можно отнести и тотальный локдаун весной/летом 2020 г., повлекший массовые закрытия МСП.

В то же время развитие сектора малого бизнеса в Российской Федерации позволило бы решить целый комплекс социально-экономических проблем, главным образом, создать дополнительные рабочие места во множестве различных сфер деятельности.

Как было сказано ранее, для малых компаний характерна высокая чувствительность к внешней среде. В попытках выживания на местном рынке они встречаются множество проблем: конкуренция, в том числе со стороны крупных компаний, низкая квалификацией персонала, изменчивость законодательства, проблемы сбыта и условий сотрудничества с поставщиками, различные кризисы. Да и вообще, российский рынок достаточно волатильный и подвержен периодическим «встрякам» [2]. В последнее время для МСП также большую конкуренцию представляют маркетплейсы – агрегаторы товаров и услуг, которые могут предоставлять клиентам гораздо более выгодные условия сотрудничества за счет своего масштаба. Как же малые компании могут не только выжить в такой среде, но и еще суметь вырасти, увеличить свои размеры и выйти на новые рынки? Единого ответа на этот вопрос нет. Главное условие – предоставление уникального товара и повышение лояльности клиентов. А вот уже конкретные методы достижения будут различны для каждой сферы деятельности. В этой работе мы обсудим работу компаний малого бизнеса в сфере услуг.

Современная экономическая обстановка и возрастающая конкуренция делает одним из важнейших критериев развития малого бизнеса его качественное обслуживание, что объясняется тем, что оно как раз позволяет увеличивать число лояльных посетителей и положительно влияет на имидж предприятия. В настоящее время критическим в управлении компанией малого бизнеса является управление качеством процесса обслуживания покупателей и клиентов. В то же время сейчас и в России, и за рубежом недостаточно изучено формирование и контроль результативных систем менеджмента качества на предприятиях малого бизнеса.

Рассмотрим особенности управления качеством услуг на таких предприятиях. Согласно стандарту РФ ГОСТ Р 50646-2012 «Услуги населению. Термины и определения», услуга – это «результат непосредственного взаимодействия исполнителя и потребителя, а также собственной деятельности исполнителя услуг по удовлетворению потребности потребителя услуг», а ее качество – это «совокупность характеристик или показателей качества услуги, определяющих ее способность удовлетворять установленные или предполагаемые потребности потребителя» [3].

Как же вычлениить и определить необходимые характеристики для оценки? Оценку качества услуг можно назвать проблемной зоной современной науки. На это влияют следующие ее особенности:

- качество услуг трудно измерить количественно;
- результат услуги может быть материальным, сама услуга – нет;
- услуга получается в момент ее оказания, ее нельзя сохранить или складировать;
- качество услуги оценивается сразу по всем показателям качества;
- каждое оказание услуги уникально, т. е. предварительная аттестация не всегда будет достоверно отображать текущую ситуацию.

Из этого следует, что качество услуг следует измерять как результат сложения двух показателей: качества результата и качества обслуживания. Существуют разные подходы к определению их качества. Они различаются по рассматриваемым характеристикам и областям своего применения.

Согласно стандарту РФ ГОСТ Р 52113-2003 «Услуги населению. Номенклатура показателей качества», существует 4 основных группы показателей качества по характеризующим ими свойствам: безопасности, надежности, профессионального уровня и, наконец, назначения. Также в стандарте прописано, что при оценке качества следует рассматривать также и денежные показатели, такие как стоимость услуги, а также затраты на ее подготовку и исполнение.

Для того, чтобы верно оценить качество различных услуг, необходимо сначала верно выбрать соответствующие списки показатели качества – номенклатуры, т. е. перечни количественных или качественных характеристик, обеспечивающих возможность их объективной оценки. Для выбора верной номенклатуры необходимо учитывать:

- вид услуги;
- содержание услуги;
- цель применения номенклатуры.

Для формального описания качества услуги целесообразно заранее определить показатели качества и руководствоваться ими в дальнейшем. Среди возможных показателей можно отметить такие, как надежность, своевременность, длительность, технологичность, полнота, безопасность и др.

Чтобы определить качество услуги, необходимо указать свойства, которые будут общими для любых категорий, а также те, которые будут специфичны, т. е. позволят отличать экономические группы друг от друга.

Чтобы оценка качества рассматриваемых нами услуг была наиболее объективной и правомерной, нужно выполнить следующие шаги:

1. Выделить те свойства и характеристики услуги, которые описывают ее качество.
2. Определить степень правомерности их отражения в существующих нормативных документах, регулирующих услугу.
3. Определить и дать оценку факторам, влияющим на качество рассматриваемой услуги на всех этапах ее жизненного цикла.
4. Наконец, разработать систему, позволяющую получать необходимые данные о качестве услуги на любом этапе ее жизненного цикла.

Следует помнить, что для услуги решающим моментом в описании качества на любом этапе исполнения будет ее представление в глазах потребителя и его оценка удовлетворения закрываемой потребности. Технические, социальные и даже экономические аспекты качества услуги в этом плане будут второстепенны, что подводит нас к следующей проблеме. В большинстве своем малые предприятия, оказывающие различные услуги, крайне ограничены в своих финансовых возможностях. А это значит, что они пытаются снижать финансовые затраты на оказание услуг за счет снижения удовлетворенности потребителя, тем самым снижая качество услуги. Это неверный подход, который в долгосрочной перспективе ведет к снижению конкурентоспособности и снижению лояльности потребителей.

Другим возможным способом снижения затрат без снижения качества является стандартизация выполняемых работ. Она способна также повысить управляемость компанией и создать более четкое представление процессов, тем самым открыв дорогу их оптимизации.

Кроме того, стандартизация является ключевым звеном для построения результативной системы менеджмента качеством в организации. Главная задача стандартизации – это построение такой системы нормативно-технической документации, которая будет способна контролировать правильность следования установленным стандартам и используемой для оказания услуг документации.

Вернемся к оценке качества услуг. Как мы говорили ранее, малые предприятия ограничены в средствах, поэтому и методики оценки, применяемые в них, должны быть просты в применении и не требовать больших затрат финансов и времени. Для этого необходимо сделать так, чтобы оценку качества могли проводить собственные сотрудники фирмы – это снизит издержки на наем внешних специалистов. Вне сомнения, это потребует дополнительных временных затрат на первоначальную подготовку, но принесет гораздо большую выгоду в перспективе. В малом бизнесе этот вариант возможен, так как у сотрудников обычно уже есть опыт ведения большого количества дел одновременно, а также меньше сам коэффициент «оборачиваемости» работников. [4]

Качество оказываемых услуг – первостепенный фактор, на основании которого принимает решение заказчик услуги, а значит, он и становится главным фактором конкурентоспособности.

Так как оказанная услуга чаще всего нематериальна, она неотъемлема от ее исполнителя, а значит именно он напрямую влияет на отражение качества в глазах потребителя. Назовем такую связь «исполнитель/заказчик». Она и будет ключом к поднятию качества услуги. На первый взгляд, такая связь будет зависеть лишь от личных качеств исполнителя – его профессионализма, вежливости, умения вызвать доверия к себе и компании, уверенности и прочего. На самом деле, побуждать его проявлять эти свои качества, как и раз призвана культура организации, которая должна создаваться и регулироваться на основе внутренних документов и иных механизмов.

Для создания в компании соответствующей «сервисной» атмосферы следует прибегнуть к концепции TQM (Total Quality Management – всеобщее управление качеством). Согласно ей, в работу по совершенствованию качества должен быть вовлечен весь персонал организации. Другими словами, работа каждого ее члена должна быть направлена на удовлетворение потребностей клиентов. Это, в свою очередь, предполагает поощрение получения работниками организации знаний и создание системы признания заслуг в области повышения качества. В результате организация формирует новую корпоративную культуру, повышая не только качество продукции, но и качество фирмы в целом. [5]

Основные проблемы при внедрении концепции TQM обычно возникают в сфере управления персоналом. Любая организация, решившая заняться совершенствованием качества, сталкивается, как минимум, с четырьмя препятствиями:

- сопротивление персонала нововведениям;
- ограниченное понимание менеджерами разных уровней взаимосвязи качества продукции с эффективностью деятельности организации;
- подход к совершенствованию качества как к разовому мероприятию или очередной новомодной кампании;
- придание совершенствованию качества статуса не управленческого, а статистического мероприятия.

При управлении качеством в малых организациях добавляются свои особенности. В малом бизнесе основатель организации является топ-менеджером в единственном лице, так что его приказания часто не могут быть оспорены. К тому же, часто он совмещает сразу несколько должностей, к примеру, выполняя дополнительно роли главного бухгалтера и кадровика [6].

Именно недостаток кадров и является еще одной причиной, почему на малых предприятиях невозможно создание полноценной функциональной структуры управления качеством организации. Система менеджмента качества требует комплексного разделения полномочий и ответственности между отдельными подразделениями компании.

Для построения долгосрочной эффективной системы качества на малом предприятии следует учитывать все вышеперечисленные особенности. Модель СМК, созданная для малого бизнеса, должна быть в меру простой, мобильной и понятной для всех уровней. Меньше внимания можно уделять про-

цессам передачи информации, так как ввиду малой оргструктуры информация будет передаваться быстрее и потери информации будут существенно ниже. Это значит, что нет необходимости в жестком документировании и регламентировании всех процессов и структур, а также в дополнительных записях.

Для малого бизнеса важнейшим инструментом будут цели в области качества. Им гораздо проще провести декомпозицию и установить личные цели и задачи для каждого работника.

Следующим шагом развития СМК, требующим гораздо большие затраты, можно назвать уже государственные механизмы, в том числе сертификацию услуг.

Согласно закону РФ «О техническом регулировании», сертификация работ и услуг подразделяется на обязательную сертификацию и добровольную. И если обязательная сертификация необходима вне зависимости от желания руководства компании, то добровольная демонстрирует контрагентам желанию компании соответствовать более высоким требованиям, повышать качество и конкурентоспособность своей работы, и может быть выгодной инвестицией при наличии у компании соответствующих средств.

Также стоит отметить, что специально для малых компаний, было выпущено отдельное руководство «ИСО 9000 для малого бизнеса», которое впоследствии было обновлено до «ИСО 9001 для малого бизнеса. Что делать. Советы от ИСО/ТК 176».

На его основе была разработана российская версия ГОСТ Р 54985-18 – руководящих указаний для малых организаций по внедрению системы менеджмента качества.

В современных условиях жесткой конкурентной борьбы за потребителей, компании должны стремиться к повышению качества услуг для клиента, для чего следует возвращать качество внутри организации, внедряя СМК. Даже несмотря на многочисленные сложности для ее внедрения, при правильной подготовке СМК оправдывает вложенные в нее финансовые и временные затраты, а также ожидания потребителей и коллектива компании.

Библиографический список

1. Газета.py URL: <https://www.gazeta.ru/business/2020/05/28/13099645.shtml> (дата обращения: 07.12.2021).
2. Тарасова Н. В., Прохорова Л. А. Угрозы экономической безопасности малого бизнеса // Современная наука: Актуальные вопросы, достижения и инновации. Сб. статей Международной научно-практической конференции. В 2 ч. 2018.
3. ГОСТ Р 50646-2012. Услуги населению. Термины и определения. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200102288> (дата обращения: 05.12.2021).
4. Большова И. В., Латыпова Л. В. Система менеджмента качества и малые предприятия торговли // Региональное развитие. 2015. № 3 (7). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-menedzhmenta-kachestva-i-malye-predpriyatiya-torgovli> (дата обращения: 08.12.2021).
5. Клецов Ю. В. Концепция TQM как методологическая основа построения моделей обеспечения качества согласно требованиям стандартов ISO // Профессиональное образование в России и за рубежом. 2014. №3 (15). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-tqm-kak-metodologicheskaya-osnova-postroeniya-modeley-obespecheniya-kachestva-soglasno-trebovaniyam-standartov-iso> (дата обращения: 10.12.2021).
6. Руднев Е. А. Малый бизнес: в поисках эффективной модели управления // Экономический журнал. 2019. № 2 (54). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/malyy-biznes-v-poiskah-effektivnoy-modeli-upravleniya> (дата обращения: 06.12.2021).

УДК 629.735.33

И. Д. Хаютина

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

Н. В. Сакова

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Введение. На сегодняшний день функционирование машиностроительных предприятий происходит в условиях неопределенности, что способствует возникновению различных рисков. Поиск эффективных подходов к управлению рисками является наиболее важным направлением развития современных машиностроительных предприятий.

Оценка уровня риска – это один из самых важных этапов риск менеджмента, так как для управления риском его необходимо прежде всего проанализировать и оценить. В литературе существует множество определений этого понятия, однако в общем случае под оценкой риска понимают систематический процесс выявления факторов и видов риска и их количественную оценку. Таким образом, методика анализа рисков объединяет взаимодополняющие количественный и качественный подходы.

На современном машиностроительном предприятии с его сложными технологическими процессами и большим количеством работников разных профессий и специализаций рациональная организация труда имеет наиважнейшее значение для разработки мероприятий по охране труда. Организация труда на машиностроительных предприятиях включает систему мероприятий, направленных на создание наиболее благоприятных условий для эффективного использования рабочего времени, материалов и техники в интересах роста производства, повышения производительности труда и создания нормальных, здоровых условий для работы.

Основными элементами организации труда являются: разделение и кооперация труда и, как их следствие, расстановка работников на производстве; организация рабочих мест; установка распорядка рабочего времени; техническое нормирование труда; организация заработной платы.

Задачей организации труда является создание условий для роста производительности труда на предприятии. Повышение производительности труда является одним из основных показателей технического прогресса и важнейшим источником роста благосостояния работников.

Анализ условий труда на машиностроительном предприятии. Травмами называются внешние повреждения, возникающие вследствие несчастного случая, влекущие за собой нарушение целостности тканей или правильного функционирования отдельных органов. Травмы, возникшие при выполнении работы или вообще на предприятии, считаются производственными травмами.

Одной из основных и наиболее частых причин травматизма является низкий уровень механизации технологических процессов и преобладание ручного труда. Чаще всего получают травмы малостажированные рабочие, которые еще не имеют достаточного опыта и тренировки в безопасных приемах работы при выполнении трудовых функций.

Многое в возникновении травм зависит от характера технологического процесса и организации труда. Эти взаимосвязанные факторы не всегда рассматриваются с позиций профилактики травматизма при их разработке, в результате чего иногда допускаются излишние манипуляции, встречные или перекрещивающиеся потоки транспортных коммуникаций, нерациональное или даже опасное складирование сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, опасные приемы работы и т. п.

Нерациональное или непригодное технологическое оборудование и инструменты и, тем более, эти неисправности также являются причиной травм. Травмы нередко возникают вследствие отсутствия или плохого состояния оградительной техники. Это относится, прежде всего, ко всем вращающимся и движущимся узлам и агрегатам оборудования, а также к частям оборудования, находящегося под током, емкостям с сильнодействующими веществами, горячим поверхностям и т. д.

Также способствуют увеличению травматизма захламленность и беспорядок в рабочих помещениях, недостаточное и нерациональное освещение, неудовлетворительное санитарное состояние,

низкая культура труда. В целом ряде производств в возникновении травм немаловажную роль играют нерациональные и неисправные средства индивидуальной защиты (далее – СИЗ) защитные маски, очки, щитки, перчатки и другая и спецодежда. Отсутствие инструктажа рабочих или плохо организованное обучение их безопасным методам и приемам работы, слабое ознакомление с правилами техники безопасности способствуют увеличению травматизма. Вполне естественно, что к этому же приводит и несоблюдение рабочими правил техники безопасности, установленного порядка в цехе. Все вышеперечисленные факторы являются общими причинами, порождающими травматизм. Непосредственными же причинами травмирования могут быть разнообразные моменты.

Наиболее частыми из них являются: падение рабочего с высоты, падение тяжестей, отлетание деталей, осколков или инструментов, попадание рукой или другими частями тела в механизмы или другое движущееся оборудование, удары инструментом по руке, ноге или другим частям тела, попадание в глаза пыли, мелких осколков и т. п., отлетание горячих искр, соприкосновение с горячими поверхностями или жидкостями, проводниками, находящимися под током, едкими жидкостями и другими веществами.

Частая причина несчастных случаев на машиностроительном заводе – неудовлетворительная организация производства работ и нарушение трудовой и производственной дисциплины. Как показало исследование, возраст рабочего тоже является причиной травматизма на производстве (рис. 1). Из данной кривой видно, что большее количество пострадавших приходится на людей старше 50 лет. Это может быть связано с физиологическими особенностями организма:

- понижение концентрации внимания;
- понижение рефлексов;
- быстрой утомляемостью.



Рис. 1. Количество пострадавших при несчастных случаях на производстве разного возраста в период с 2015–2019 гг.

Однако во всех возрастных группах число пострадавших у мужчин значительно выше, чем у женщин. Это связано с тем, что мужчины заняты в более тяжелых и травмоопасных профессиях. Так же мужчины сильнее склонны к рискованному поведению, а значит подвержены более высокому риску несчастного случая на производстве. Женщины же более требовательно относятся к соблюдению всех формальностей, в том числе при регистрации производственной травмы, которая в дальнейшем может негативно отразиться на их здоровье.

Перечень рабочих мест, на которых производится идентификация опасностей

Для того, чтобы проанализировать и представить перечень рабочих мест, на которых производится идентификация опасностей и оценки рисков, будет взята форма 1 из ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска.

Фрагмент формы 1 Перечень рабочих мест исследуемого машиностроительного предприятия

PM №	Код ОК 016-94	Профессия / должность	Кол-во работающих	Вредные и опасные факторы	Опасности, выявленные ранее	Число случаев травматизма	Количество случаев профзаболеваний	Жалобы работников на условия труда	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сборочно-испытательный отдел									
001	20560	Газосварщик	1	3.3 Проф. заболевания	нет	0	1	да	–
002	27728	Инженер-испытатель	1	2 (допустимый)	да	1	0	нет	–
003	20336	Токарь	2	2 (допустимый)	нет	0	0	нет	–
004	26531	Техник-механик	1	2 (допустимый)	нет	0	0	нет	–
Ремонтно-механический цех									
005	21495	Шлифовальщик	1	2 (допустимый)	нет	0	0	да	–
006	20758	Инженер-механик	1	2 (допустимый)	нет	0	0	нет	–
007	26853	Механик по ремонту	3	2 (допустимый)	нет	0	0	нет	–
008	27984	Монтажник оборудования	3	2 (допустимый)	нет	0	0	да	–
009	21590	Наладчик оборудования	1	2 (допустимый)	нет	1	0	нет	–
Энергетический цех									
010	20745	Оператор на автомат. линии	2	2 (допустимый)	нет	0	0	нет	–
011	28639	Специалист сварочного пр-ва	1	2 (допустимый)	нет	0	0	нет	–
012	25946	Слесарь механосбор. работ	1	2 (допустимый)	нет	0	0	нет	–
Цех термической обработки									

Вывод. Исходя из табл. 1, можно сделать вывод, что на предприятии присутствует большое количество вредных и опасных факторов, которым подвергаются рабочие, такие как газосварщик, сварщик дуговой сварки, термист на печах и электрогазосварщик. Ранее были выявлены опасности у инженера испытателя, сварщика дуговой сварки и термиста на печах, а именно: ожог первой степени на руке и механическая травма руки. Искры, брызги и выбросы расплавленного металла и шлака могут явиться причиной ожогов.

Также газосварщик подвергался ранее профзаболеванию, так как в органы дыхания сварщиков могут поступать сварочные аэрозоли, содержащие в составе твердой фазы различные металлы (железо, марганец, кремний, хром, никель, медь, титан, алюминий, вольфрам и др.), их окисные и другие соединения, а также газообразные токсические вещества (фтористый водород, тетрафторид кремния, озон, окись углерода, окислы азота и др.). Воздействие на организм твердых и газообразных токсических веществ в составе сварочных аэрозолей может явиться причиной хронических и профессиональных заболеваний.

Некоторые сотрудники ранее жаловались на условия труда, а именно: газосварщик, шлифовальщик и монтажник оборудования. Связано это со старым оборудованием, частыми отказами данного оборудования и их неисправностями.

Разработка методики для оценки профессиональных рисков. Обоснование исследований. Практическую значимость приобрела проблема разработки универсального инструментария оценки и разработки программы управления рисками предприятия, которым мог бы пользоваться любой руководитель или специалист.

Для оценки риска машиностроительного промышленного предприятия была разработана методика определения наиболее значимых факторов риска. Она основывается на использовании экспертных методов оценки рисков. Источником информации являлась разработанная для опроса экспертов анкета. Каждый эксперт, заполняя анкету, дает оценку значимости факторов независимо.

Оценки сводятся в обобщенную характеристику.

Первоначально был проведен анализ факторов риска, влияющих на деятельность промышленного предприятия. В анкету были отобраны наиболее значимые для изучаемого предприятия факторы. Они были разбиты на две группы:

1. Внешние факторы: непредвиденные действия государственных органов; регулирование деятельности предприятия со стороны государства; нестабильность политической ситуации в стране и регионе; разработка и внедрение конкурентами новых технологий и способов организации труда и производства; освоение товаров-заменителей; непредвиденные изменения конъюнктуры внутреннего и внешнего рынков; отношение окружающих к отрасли, продукции, предприятию; введение ограничений на использование местных природных ресурсов; ужесточение в регионе хозяйствования предприятия экологических требований.

2. Внутренние факторы: работа аппарата управления (схема принятия решений, количество уровней согласования, время принятия управленческих решений); информационное обеспечение; оценка конкурентоспособного уровня цен на продукцию в традиционных сегментах рынка предприятия; ошибки в системе модификации цен; банкротство или ликвидация предприятий-поставщиков или потребителей; квалификация персонала, система подготовки и переподготовки кадров, проявления неадекватности персонала в различных формах (коррупция или хищения, разглашение информации); организация производственного процесса (длительность производственного цикла, ритмичность); непредвиденные изменения в процессе производства из-за нарушения технологии производства; состояние основных средств, отсутствие резерва мощностей; уровень допустимой дебиторской и кредиторской задолженности; эффективность деятельности предприятия; реализация инвестиционных проектов.

Существующие методы оценки рисков и их описание

Необходимо на основе анализа имеющихся методик оценки профессиональных рисков разработать и апробировать методику, подходящую для оценки рисков на рабочих местах машиностроительного предприятия.

Наиболее известные методы, применяемые при анализе профессионального риска, следующие:

- метод системы Элмера;
- метод мозгового штурма;
- метод Дельфи, матричный метод;
- метод Файна-Кинни.

Для решения поставленной задачи был проведен анализ нормативных документов по оценке профессиональных рисков (ГОСТ 12.0.230.4–2018, ГОСТ 12.0.230.5–2018 и др.). Краткое описание некоторых из рассмотренных методов представлено ниже.

Метод системы Элмери основывается на использовании проверочных листов и представляет собой визуальный метод наблюдения за условиями труда на рабочем месте.

Метод мозгового штурма основан на рассмотрении проблемы группой специалистов, целью считается принятие конечного решения. Главная задача – получение и сбор максимального количества идей для дальнейшего анализа.

При использовании **метода Дельфи** эксперты высказывают собственные взгляды анонимно, имея возможность высказать взгляды других экспертов. Этот метод может использоваться на любой стадии исполнения работ по распознаванию опасностей и анализу риска.

Матричный метод применяется для первоначальной оценки, когда определяются возможные риски. Необходимо выделить самые значимые для расстановки приоритетов при их управлении. Метод выделяет две крайние зоны риска – существенно большие и пренебрежимо малые степени возможности (вероятности) и степени значимости (тяжести). С точки зрения значимости риски могут быть пренебрежимо малые, допустимые и недопустимые, а с точки зрения возможности – маловероятные, вероятные и очень вероятные.

Все перечисленные методы недостаточно эффективны ввиду неполноты оценки рисков, трудоемкости и субъективности.

Что касается методики расчета профессионального риска по методу Файна-Кинни, то осуществление оценки рисков проводится по степени опасности по 5 группам и выражается формулой:

$$R_{\text{ПР}} = P V C,$$

где P – подверженность риску; V – вероятность реализации риска; C – потенциальный ущерб последствия.

Преимуществами данного метода являются простота расчета, наглядность и возможность использования на любых отечественных предприятиях.

Усовершенствование методики Файна-Кинни

Оценим профессиональный риск работников машиностроительного предприятия по усовершенствованному методу Файна-Кинни. Более полно значение риска можно оценить при помощи изменения в исходной формуле одного показателя на другой, учитывая результаты специальной оценки условий труда.

Самыми неблагоприятными факторами производственной среды на машиностроительном предприятии являются шум, вибрация, тяжесть трудового процесса, химический фактор, а также пыль. Определенным работникам предприятия присваивается итоговый класс условий труда 3.1 (табл. 2).

Таблица 2

Неблагоприятные факторы, оказывающие воздействие на специалистов машиностроительного предприятия

Профессия/должность	Наименование вредного и/или опасного производственного фактора	Класс условий труда
Работник монтажно-сборочного цеха	Шум, вибрация, химический фактор	3.1
Работник слесарного цеха	Пыль	3.1
Работник цеха механической обработки	Тяжесть трудового процесса	3.1

Соответственно, приняв во внимание вредные и опасные производственные факторы, вводится показатель условий труда (замененный показателем подверженности рискам), который поможет учесть данные специальной оценки условий труда.

Таким образом, усовершенствованная формула метода Файна-Кинни для оценки профессионального риска будет выглядеть так: $PP = S V C$, где S – показатель условий труда; V – вероятность реализации риска; C – потенциальный ущерб последствия.

Следующий этап – составление шкалы вероятности реализации риска, потенциального ущерба и показателя условий труда (табл. 3).

Балльные шкалы параметров метода Файна-Кинни

Шкала вероятности реализации риска (V)	Баллы	Шкала потенциального ущерба последствия (С)	Баллы	Шкала показателя условий труда (S)	Баллы
Можно ожидать	10	Катастрофы	100	1 (оптимальный)	1
Скорее всего случится	8	Разрушения	60	2 (допустимый)	2
Редко, но есть возможность	6	В значительной степени тяжелые	25	3.1	3 4 5 6
Не может быть	1	Утрата трудоспособности	10	3.2 (вредный)	
Возможно, но очень маловероятно	0,7	Временная нетрудоспособность	5		
Невозможно на практике	0,2	Легкая травма	1	3.3	
В действительности невозможно	0,1	-	-	3.4	4 (опасный)
					7

Показатель условий труда определяется по балльной шкале от 1 до 7. Вероятность реализации риска – от 0,1 до 10. Потенциальный ущерб последствия – от 1 до 100. Последний этап – составление численного обозначения рисков (табл. 4).

Таблица 4

Численное обозначение рисков

$R_{пр}$	Уровень риска
0–40	Небольшой риск
41–70	Возможный риск
71–120	Серьезный риск
120–200	Высокий риск
Более 200	Крайне высокий риск

Таким образом, разработанная методика предоставляет возможность в полной степени оценить профессиональный риск по методике Файна-Кинни, принимая во внимание результаты специальной оценки условий труда.

Если уровень риска серьезный, высокий или крайне высокий, рекомендуется срочное проведение мероприятий по снижению уровня риска. Мероприятия к проведению не обязательны при малозначимом и малом риске. Полученные результаты оценки рисков помогли ранжировать риски и в первую очередь устранять наиболее значимые.

Лаборант-химик. Химический фактор: наличие паров кислот и паров нефтепродуктов в воздухе рабочей зоны. Мероприятия:

1. Контроль за выполнением требований инструкции по охране труда, которые обязывают выполнять работы, связанные с выделением токсичных паров и газов только в вытяжных шкафах при включенной местной вентиляции.

2. Улучшение воздухообмена, либо замена вытяжного шкафа на перчаточный бокс, оборудованный системой удаления вредных веществ.

Психофизиологические факторы: работа стоя 60% рабочего времени.

Мероприятия:

1. Установить перерывы в работе.
2. Оборудовать помещение для занятий спортом.

Электрогазосварщик 6 разряда. *Физические факторы:* неионизирующее излучение. Мероприятия: обеспечить применение СИЗ в виде маски сварщика со светофильтром и защитного костюма из огнестойких тканей;

Горячие предметы. Мероприятия: запретить проведение сварочных работ без применения защитного костюма сварщика из огнестойких тканей.

Опасность падения с высоты. Мероприятия: обеспечить регулярные проверки конструкций и страховки.

Химические факторы: повышенное содержание в воздухе рабочей зоны сварочных аэрозолей. Мероприятия: обеспечить применение мобильной системы вытяжки и фильтрации сварочных дымов

Оператор технологически установок. *Физические факторы:* шум.

Мероприятия: обеспечить работника средствами индивидуальной защиты органов слуха со встроенным переговорным устройством, согласно п. 7.5 ГОСТа 34183-2017. Также желательны к проведению для поддержания низкого уровня некоторых рисков следующие мероприятия:

1. Обратить внимание при замене вытяжного шкафа в лаборатории на его шумовые характеристики.

2. Следить за применением выданных средств индивидуальной защиты.

3. Заменить защитный костюм сварщика на облегченную версию.

4. Устраивать регулярные проверки исправности оборудования и офисной техники с привлечением профессиональных электриков.

Вывод. Разработанные в данной работе мероприятия по снижению рисков представлены предприятию, на котором была проведена оценка рисков. Часть рекомендованных мероприятий готовится быть реализованной.

Библиографический список

1. Меркулова Е. В., Макушкин В. П. Оценка производственного риска и методы управления им на предприятии машиностроительного комплекса // Auditorium. 2019. № 3 (23). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-proizvodstvennogo-riska-i-metody-upravleniya-im-na-predpriyatii-mashinostroitel'nogo-kompleksa> (дата обращения: 27.04.2022).

2. Тимофеева. С. С. Современные методы оценки профессиональных рисков и их значение в системе управления охраной труда // XXI Техносферная безопасность. 2016. № 1.

3. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 23 декабря 2014 г. № 1101н «Об утверждении Правил по охране труда при выполнении электросварочных и газосварочных работ».

4. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска.

УДК 658.5.011

Г. В. Хмелд

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

В. М. Милова

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

УПРАВЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

В настоящее время большое количество производственных предприятий осуществляет свою деятельность в рамках ограничений различного вида, которые не могут не оказывать негативного воздействия на экономические показатели организации. Поиск возможных решений, которые помогут организации повысить эффективность деятельности, зачастую лежит в плоскости анализа и исследования внутренних систем организации как в разрезе производственных процессов, так и в разрезе управленческих процессов.

Сложность управления производственной системой заключается в ее непостоянстве и зависимости от многих как внутренних, так и внешних факторов, так как зачастую производственное предприятие в процессе производственного цикла задействует достаточно обширный перечень ресурсов различного вида: технических, технологических, трудовых, материальных, логистических, управленческих и пр.

Несмотря на то, что в обеспечении эффективной деятельности любой производственной системы центральное место занимает технологическая составляющая, так как эффективность именно ее работы определяет характер преобразования предметов труда в производственном процессе и, соответственно, его затратные характеристики и экономические результаты функционирования производственной системы, нельзя рассматривать ее обособленно от прочих элементов [1, 2].

Этот тезис также подтверждается одним из определений термина «эффективность производства». Эффективность производства – это «комплексная технико-экономическая категория, которая формируется под действием многочисленных факторов и зависит от результативности производства» [2]. Именно в комплексности производства заключается, с одной стороны потребность, а с другой стороны – необходимость в управлении производством как комплексом процессов. Более того, при наличии налаженного, эффективного процесса производства, при наличии управленческих и других ресурсов, организация может принимать участие в повышении эффективности различных видов процессов своих контрагентов, чьи услуги необходимы для производства продукции. Конечной целью такого «проекта» является прозрачная система управления всеми ресурсами, необходимыми для производства и реализации продукции, на всех этапах логистической цепи, начиная от создания сырья и полуфабрикатов для производства продукции у поставщика, заканчивая управлением каналами сбыта продукции.

Основным показателем эффективности процесса производства может рассматриваться «степень приближения реальной технологии к предельно эффективной, ведущей прежде всего к снижению удельных затрат на производство». [5]. При осуществлении модернизации имеющихся в настоящее время производственных процессов, даже при условии наличия всех плановых затрат, невозможно со стопроцентной вероятностью определить степень затрат. Поэтому, беря во внимание предельную возможную эффективность производства, логично в первую очередь рассчитать затраты не только на планируемую к внедрению, но и на реально достижимую технологию, с учетом возможных отклонений.

При расчетах необходимо исходить из предположений о том, что производственный процесс осуществляется в полном соответствии с утвержденным технологическим регламентом (при необходимости его надо установить): ресурсы расходуются в соответствии с плановыми показателями, непредвиденные простои из-за поломки или выведения из эксплуатации, обслуживания оборудования, отсутствуют, производственные мощности загружены в соответствии с планируемым процентом их загрузки.

Для более детального уровня планирования предлагается использовать исторический анализ узких мест, которые существовали на различных этапах жизненного цикла исследуемого производственного процесса.

Само понятие предельной эффективности, предельно эффективной технологии подразумевает такую технологию, благодаря которой обеспечивается получение целевого продукта с максимальной вариативностью выбора номенклатуры, процесса и степени изменения.

Сущность данного понятия заключается в следующем: на производстве существует определенная, документально обоснованная, предельно эффективная технология, к которой необходимо стремиться при модернизации производственного процесса [1].

Как правило, достижение уровня предельной эффективности невозможно, так как модернизация любого производственного процесса зависит от размера предприятия, но никогда не происходит настолько быстро, чтобы за время реализации проекта не успели появиться как новые технологии или подходы к оптимизации аналогичных процессов (внешний фактор), так и новые внутренние резервы, наличие которых позволяет внести изменения в модель предельной эффективности (внутренний фактор).

Основное назначение предельно эффективной технологии – ее существование как расчетной модели для анализа и сравнения степени эффективности модернизации процессов за счет сравнения плановых и фактических данных по перечню заранее определенных экономических показателей, которые будут зависеть от специфики рынка сбыта, рынка сырья или производственного цикла.

Одновременно с предельно эффективной технологией кажется необходимым использовать понятие «реально достижимой технологии» [1]. Ее основное отличие заключается в возможности ее наложения, при условии учета всех ограничений при расчете, на реально существующий производственный процесс. То есть, если принять как факт, что предельно эффективная технология может во многих аспектах расходиться с реальными условиями, в которых производится продукция и данное понятие является более «рамочным», то «реально достижимая технология» более приближена к реальному производственному процессу. Для создания такой модели в первоначальный теоретический расчет вносятся поправки с учетом всех лучших показателей, которые уже достигнуты в исследуемом производственном процессе при использовании ресурсов высокого качества и при высоком уровне эффективности.

При очевидной важности и необходимости создания высокоэффективных производств, нельзя не отметить, что большинство производственных предприятий сталкиваются с некоторыми проблемами при оценке эффективности процессов производства. Зачастую это связано с полярными проблемами, существующими во многих организациях: отсутствие достоверной информации, которую возможно рассматривать в разрезе не столько качественных, сколько количественных показателей, либо слишком большой поток несопоставимой внутри системы информации. Это может быть связано с использованием большого количества различных информационных систем на предприятии, что в конечном счете ведет к усложнению поиска и анализа данных внутри одной организации.

Если рассматривать управление эффективностью процесса на уровне принятия управленческих решений, то обеспеченность информацией позволяет проводить глубокий экономический анализ и принимать решения, исходя из наиболее подходящего варианта решения существующих проблем с минимальными экономическими, временными затратами, а также при постоянном снижении прочих видов затрат. Значительная роль экономического анализа привела к использованию системного анализа на производственных предприятиях.

Сущность системного подхода к управлению предприятием состоит в создании такой гибкой структуры предприятия, в которой каждая единица продукции является исключительной по своему строению, выполняемым задачам, расположению или подобным значимым показателям [3, 4]. В этом виде образуется матричная структура, т. е. проектная организация располагается на горизонтальном уровне управленческого аппарата, другими словами, структура управления строится на основе не функционального разделения внутри предприятия, а на основе существующих бизнес-процессов. Такой подход наиболее совместим с идеей создания высокоэффективного производства.

1. Поиск и подробное описание проблем, которые могут, с разной степенью вероятности, возникнуть в процессе производства и управления производством. Сущность данного процесса заключается в инспектировании технического состояния оборудования, в анализе уровня подготовки задействованных сотрудников, в анализе затрат ресурсов различных видов на производство продукции. Чем глубже детализация данного анализа, тем более конкретные и подробные данные в разрезе каждого

наименования продукции можно получить на выходе. Расчет экономических показателей деятельности производства за выбранный период и их сравнение с аналогичными показателями по отрасли или основным конкурентам. К таким показателям можно отнести: себестоимость единицы продукции, рентабельность по всей матрице товаров, общая рентабельность, процент загрузки основных средств и резерв использования основных средств, окупаемость инвестиций, степень модернизации производства.

2. Планирование модернизаций и инноваций. В рамках данного процесса определяются направления усовершенствования деятельности. Составляется бюджет или баланс ресурсов различного вида, необходимых для проведения модернизации. Также определяются плановые общие затраты за выбранный период, определяются показатели для оценки эффективности, оценивается плановая эффективность реализации планируемых мероприятий. На данном этапе важно понимать, что все планируемые к реализации проекты могут и должны быть дополнены и усовершенствованы в процессе функционирования проекта [3].

3. Реализация и контроль за реализацией внедрения модернизации и инноваций. На данном этапе определенные выше задачи и цели доводятся до непосредственных исполнителей. Устанавливается график работы, организуется диспетчирование и оперативное управление процессами производства. Определяется потребность в отчетности, распределяются ресурсы, состояние выполнения плановых показателей.

Применение системного подхода в повышении эффективности производства напрямую зависит от существующей стратегии организации. Исследование систем управления, т. е. глубокое и детальное изучение не только работы организации, но и ее задач и целей как в краткосрочном, так и в долгосрочном периоде, ложится в основу развития и усовершенствования производственной системы, ключевыми элементами которой становятся модернизация и инновации.

Процесс повышения эффективности производственного предприятия может быть построен за счет применения системного подхода при модернизации производственных процессов. Данный подход подразумевает анализ предприятия на всех уровнях функционирования, начиная с уровня долгосрочного планирования, заканчивая уровнем оперативного контроля и управления. В соответствии с концепцией системного подхода, повышение эффективности производственной организации возможно при условии определения и соотношения целей и задач каждой имеющейся подсистемы в организации. Все они также не должны противоречить глобальным целям и задачам организации. Такой подход подразумевает создание взаимодействия всех систем внутри себя, друг с другом, а также с внешней средой. Также в рамках данной статьи было определено, что в процессе повышения эффективности производственного предприятия целесообразно определить предельную эффективность процесса производства, так как этот процесс соотносится с такими задачами, как определение цели производства и определение экономических показателей эффективности производственной деятельности.

Библиографический список

1. Максимова Э. Р. Управление технологической эффективностью производственной системы: выбор экономического инструментария // Вестник ЮРГТУ. 2017. № 3. С. 98–101.
2. Мустафаев М. Г. Анализ эффективности функционирования и управления производственной системой предприятия // Автоматизация и современные технологии. 2018. № 11. С. 499–501.
3. Наместникова Л. С., Пахомова А. А. Системный подход к управлению эффективностью производственных систем // Вестник ЮРГТУ. 2016. № 3. С. 86–91.
4. Наместникова Л. С. Научные подходы к управлению эффективностью производственных систем. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24860680> (дата обращения: 09.12.2021).
5. Николаев П. В. Основные подходы к повышению эффективности управления производственными предприятиями. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-podhody-k-povysheniyu-effektivnosti-upravleniya-proizvodstvennyimi-predpriyatiyami> (дата обращения: 09.12.2021).
6. Строителева Т. Г. Факторы роста эффективности производства и снижения издержек. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/faktory-rosta-effektivnosti-proizvodstva-i-snizheniya-izderzhek/viewer> (дата обращения: 09.12.2021).

УДК 343.721

В. М. Агуева

студент кафедры радиотехнических и оптоэлектронных комплексов

О. К. Пучкова

старший преподаватель кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий и промышленной безопасности – научный руководитель

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ КРИМИНАЛЬНОГО ХАРАКТЕРА

Введение. Чрезвычайные ситуации криминального характера тесно связаны с социально-политическим состоянием общества. Росту правонарушений способствует нестабильность общественно-политической жизни, экономический спад, снижение уровня жизни, падение уровня культуры, духовное обнищание и многое другое.

Защита от криминальных посягательств на человека и его имущество относится к важным разделам обеспечения безопасности жизнедеятельности. Анализ чрезвычайных ситуаций криминального характера показывает, что люди довольно часто страдают не из-за каких-то фатальных обстоятельств, а по собственной неосторожности, легкомыслию или нежеланию предвидеть последствия своих недуманных действий. В связи с этим, каждому человеку необходимо уметь оценивать риски возникновения угрозы и знать, как правильно действовать в возникшей ситуации.

Наиболее сложная криминальная ситуация складывается в городах. Человек должен уметь определять опасные зоны в местах, где он живет. Учитывая сложную криминальную ситуацию, каждый человек должен уметь защитить себя в ситуациях, связанных с насилием. Криминальные действия обычно связаны с хищением имущества и угрозами здоровью или жизни одного или нескольких человек. Они порождены причинами личного или социально-экономического характера, длятся ограниченное время и сопровождаются попытками скрыть разного рода улики.

Жертвами чрезвычайных ситуаций криминального характера могут стать абсолютно все категории людей, вне зависимости от пола и возраста. В первую очередь, в таких обстоятельствах страдают люди, которые поддаются панике и по неосторожности или незнанию принимают неправильные решения, чем подвергают свою жизнь и здоровье опасности.

Криминальной ситуацией называют систему сложившихся условий и обстоятельств, в которых реализуется преступный замысел субъекта. В условиях криминальной ситуации преступник совершает действия, непосредственно направленные на достижение преступного результата. В повседневной жизни чаще всего могут возникнуть криминальные ситуации, связанные с ограблением, мошенничеством, нападением, насилием и похищением, а также с посягательством на здоровье и жизнь человека.

Предрасположенность конкретного человека стать жертвой преступления характеризуется понятием виктимогенности, что характеризуется присутствием у человека определенных черт, социального типа поведения, под воздействием которых он может стать жертвой определенных преступных посягательств.

Таблица 1

Зависимость возраста и вероятности стать жертвой преступления

Возраст	Вид чрезвычайной ситуации криминального характера				
	Разбой	Вымогательство из корысти	Грабёж	Убийство	Бандитизм
До 18 лет	7,0	4,0	8,0	–	–
18–30 лет	16,2	11,7	24,5	23,6	19,8
31–40 лет	32,3	29,2	36,4	28,1	23,9
Свыше 50 лет	10,0	20,1	9,0	27,8	29,9

Определенные социальные группы могут характеризоваться повышенной виктимогенностью. В таких преступлениях как мошенничество, обман, истязания, жертвой, как правило, становятся женщины и пожилые люди. В случаях совершения убийств и нанесения тяжких телесных повреждений больший процент жертв составляют мужчины. В табл. 1 приведена зависимость возраста и вероятности стать жертвой преступления [2].

Особо следует отметить препятствующее поведение, т. е. ситуации, в которых потенциальный или реальный потерпевший принимает меры для предотвращения или пресечения общественно опасного посягательства. К препятствующему поведению относятся специальные меры предосторожности (охранная сигнализация), активное сопротивление (физическое сопротивление, неповиновение незаконным требованиям) или пассивное сопротивление (спасение бегством).

По многим исследованиям [2, 4] противодействие преступнику оказывают только 25% потерпевших, 3/4 потерпевших уходят в пассивное сопротивление.

Виды чрезвычайных ситуаций криминального характера и защита от них

Различают несколько основных видов чрезвычайных ситуаций криминального характера [1, 3, 4]

1. Преступления против собственности.

1.1. Кража. Кражей называется тайное хищение чужого имущества. Чтобы уберечь себя от краж, следует быть особенно внимательным в местах большого скопления людей, а лучше их избегать. Следует разделить имеющиеся крупные суммы денег и не держать их в одном месте. Никогда не считайте деньги на виду у всех и не показывайте их. Не держите деньги в карманах верхней одежды, в задних карманах брюк; не носите сумочку с ремнем через плечо (ее легко открыть или разрезать), разумнее повесить такую сумочку впереди, чтобы ее можно было видеть. Носите сумку, прижатой к телу и помните: если кто-то выхватывает ее у вас – отдавайте, не раздумывая. Кошелке и ключи кладите во внутренние застегнутые карманы.

1.2. Мошенничество. Мошенничество – это хищение чужого имущества или приобретение права на чужое имущество путем обмана или злоупотребления доверием (ст. 159 УК РФ), является одним из распространенных преступлений против собственности.

Мошенничество сегодня наиболее популярный способ вымогания денежных средств за счет доверия граждан. Мошенничество подразделяют на вербальный и невербальный обман, а также злоупотребление доверием.

При вербальном обмане используются только слова, чтобы войти в доверие к человеку. Ярким примером вербального обмана являются телефонные мошенники, поэтому не стоит доверять людям, которые представляются сотрудниками банков, нельзя сообщать им свои личные данные и пароли.

Невербальный обман – это использование фирменного обмундирования, знаков отличия, например, в такой ситуации мошенники могут представлять сотрудниками полиции.

Злоупотребление доверием является обманом, с тем условием, что обманутый знал мошенника заранее. При такого рода обмане используется доверительное отношение во вред собственнику имущества, что приводит к хищению имущества у собственника.

Чтобы не стать жертвой обмана, следует помнить, что мошенники, используя различные приемы психологического воздействия, опираются на человеческие слабости – жадность, азарт, неосмотрительность, нетерпение и пр, поэтому:

- никогда не рассчитывайте на получение больших денег или услуг просто так, ни за что;
- взвешивайте свои поступки, не принимайте поспешных решений;
- постарайтесь отложить принятие решений и, тем более, передачу денег; узнайте у специалистов, которым доверяете о правомерности сделки, ее документальном оформлении;
- старайтесь не допустить психологического воздействия на вас.

Наиболее популярные схемы мошенничества в социальных сетях

Сейчас в социальных сетях стали популярны интернет-магазины. Чаще всего они работают по системе предоплаты. Например, выбираешь понравившийся товар, договариваешься с продавцом, многие из них работают по системе предоплаты, а значит ты заранее переводить от 10 до 100% стоимости товара. После этого мошенники не выходят на связь, а еще через какое-то время интернет-

магазин перестает существовать. Чтобы в такой схеме не стать жертвой мошенников, нужно внимательно читать отзывы о данном магазине.

Но также обманутыми могут быть и продавцы этих магазинов. Покупатель отправляет фальшивый чек об оплате, а продавец, не заметив этого, отправляет товар почтой, получается, что недобросовестный покупатель получает товар бесплатно.

Часто с мошенниками можно столкнуться при планировании отдыха, будь то отпуск или поход на концерт или музей. Например, вы находите информацию об отеле в интернете, бронируете его, переводите деньги. Но когда приезжаете в отель во время отпуска, то можете обнаружить, что на вас не забронировано место, либо отеля вовсе не существует. Поэтому бронировать отель стоит только на проверенных сайтах либо по телефону через официальный сайт отеля, и стараться оплачивать только по факту заселения. Также будьте осторожны при покупке билетов с рук. Если и покупаете билет с рук, то берите физический билет, потому что билет, с помощью которого можно попасть на мероприятие по штрихкоду, могут продать несколько раз разным людям, но пройти сможет только один, тот, что зайдет первым.

Сейчас в мире стали популярны блогеры, людям интересно следить за их жизнью, и не редко блогеры становятся кумирами людей. И из-за их популярности к ним нередко обращаются производители товаров с просьбой прорекламировать их товар. Блогеры, соглашаясь на рекламу, обязаны рассказать о товаре только хорошее, и люди, которые смотрят эти блоги, начинают скупать этот товар. Вполне вероятно, что товар может оказаться не таким уж хорошим, как о нем говорят блогеры. Чтобы предотвратить это, перед покупкой необходимо читать отзывы других покупателей об этом товаре.

2. Посягательство на жизнь и здоровье человека.

2.1. Нападение на улице.

При нападении на улице необходимо придерживаться двух основных правил:

- убегайте, если есть такая возможность;
- отбивайтесь, если не можете убежать.

Лучше всего вовремя убежать. Можно кричать, постучаться в ближайшую дверь. Защищаться лучше всего каким-нибудь предметом, удары нужно наносить без предупреждения, решительно и изо всей силы. Будьте готовы повторить атаку, если первого удара оказалось недостаточно. Кричите изо всех сил и продолжайте драться, пока нападавший на вас человек не упадет или у вас не появится возможность убежать.

Меры предосторожности. Не стремитесь выбрать кратчайшую дорогу домой, избегайте малоллюдных и плохо освещенных пространств, переходов, пустынных скверов, держитесь подальше от стен домов, подворотен, поближе к краю тротуара. Идите с уверенным видом. На всякий случай держите в руках зонтик или фонарь. Правильнее идти по улице навстречу движению – так вы не подвергнетесь внезапному нападению из машины. Если вам угрожают из притормозившей рядом машины, громко кричите и бегите в сторону, противоположную движению машины. Не принимайте предложения подвезти от незнакомых водителей. Сумку с деньгами лучше держать в левой руке или на левом плече, чтобы поравнявшийся с вами злоумышленник не мог ее выхватить и скрыться. Ключи храните в кармане, а не в сумке – тогда на случай ее похищения вы сможете попасть домой, тем более, если там были документы, по которым вор может узнать ваш адрес. Находясь на улице в ночное время, никогда не пользуйтесь наушниками, иначе вы не сможете услышать приближающиеся шаги потенциального преступника.

2.2. Приставание пьяного.

Если вы часто пользуетесь пригородными электричками, особенно в вечерние часы, старайтесь не садиться в вагон, где почти нет людей или едет шумная компания.

Не обращайте внимания на пьяного и, насколько возможно, старайтесь не привлекать внимания к себе. В поезде лучше перейдите в другой вагон, прежде чем он приблизится, а на улице – перейдите на другую сторону.

Если пьяный пытается задержать вас разговором, скажите что-нибудь краткое и дружелюбное, например, «Привет» и скорее уходите. Разговаривайте ровным тоном, стараясь не показывать, что он вам неприятен или что вы его боитесь – это может его разозлить.

2.3. Изнасилование.

Изнасилование – это преступление, от которого страдают преимущественно женщины. Чтобы избежать насилия, следует соблюдать определенные меры предосторожности.

Старайтесь избегать ситуаций, которые могут закончиться насилием: не возвращайтесь домой поздно, не вступайте в разговор с незнакомыми мужчинами, не садитесь в машину, если предлагают подвезти, и т. д.

На всякий случай приобретите газовый баллончик. Если приходится возвращаться домой поздно вечером, держите баллончик в руке или кармане, поскольку из сумочки его быстро не достанешь.

Если вы заметили, что за вами идет подозрительный человек, зайдите в любое общественное заведение, позвоните родным или знакомым, чтобы они вас встретили.

Открывайте входную дверь только хорошо знакомым людям, и когда вы уверены, что вам это ничем не грозит.

2.4. Нападение в автомобиле.

Любая остановка в пути, чтобы подобрать случайного пассажира, чревата определенным риском: нельзя поручиться, что человек, голосующий у дороги, попав в салон вашего автомобиля, не схватит вас за горло и не попросит «уступить ему на время» ваше транспортное средство.

Если пассажир обнаружил дурные намерения, попробуйте придерживаться следующих советов:

- при угрозе оружием, делайте все, что он требует;
- не вздумайте драться с ним одной рукой, другой рукой придерживая руль;
- попытайтесь воспользоваться любым удобным случаем, чтобы освободиться от присутствия агрессивного попутчика: например, закричите, попытайтесь привлечь к себе внимание, когда будете проезжать мимо людных мест, или остановитесь на людном перекрестке, сделав вид, что заглох мотор, – раздраженные водители тут же начнут сигналить, и пассажир, возможно, покинет автомобиль, не желая привлекать к себе внимание;

– можно умышленно нарушить правила дорожного движения, проезжая мимо патрульной машины или поста ГИБДД, вас остановят.

2.5. Опасность во время ночной остановки.

Никогда не берите попутчиков, голосующих в темное время суток. Увидев возможную аварию и просящего остановиться человека, закройте все двери автомобиля. Сбросьте скорость, перейдите на низшую передачу, при этом будьте готовы в любой момент поехать быстрее. Включив дальний свет, осмотрите место возможной аварии. Остановитесь, не выключайте мотор и не выходите из машины, пока не убедитесь, что это действительно авария. При малейшем подозрении, что авария подстроена, немедленно уезжайте и как можно быстрее обратитесь в полицию.

Выводы. Существует множество различных опасностей, и знание способов их предупреждения являются необходимыми в современном обществе.

Действия преступника часто зависят не только от его личных особенностей и стремлений, но и от поведения потерпевшего. Защита от криминала заключается, в том числе, в действиях, направленных на предотвращение этих опасностей и снижения ущерба от них. При этом необходимо всегда помнить, что ни одна материальная ценность не стоит человеческой жизни.

Основные правила безопасного поведения необходимо прививать с детского возраста. Их можно определить законом пяти «НЕ»:

- никогда НЕ разговаривай с незнакомцами;
- никогда НЕ садись в машину к незнакомцу;
- никогда НЕ задерживайся по дороге домой;
- никогда НЕ гуляй с наступлением темноты
- никогда НЕ заходи в подъезд или лифт, если там незнакомый человек.

При покупках в интернете стоит внимательно проверять информацию о магазине, ведь интернет-магазины мошенников обычно существуют не больше месяца, а проверить это можно по датам публикации их постов.

Библиографический список

1. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов / Л. А. Михайлов, В. П. Соломин, А. Л. Михайлов, А. А. Старостенко [и др.]. СПб.: Питер, 2005. 302 с.

2. Криминологическая характеристика современных грабежей и разбоев и меры их предупреждения: автореферат дис. ... кандидата юридических наук: 12.00.08 / В. И. Коваленко; Рост. юрид. ин-т МВД РФ. Ростов-на-Дону, 2003. 32 с.
3. Большая российская энциклопедия. URL: <https://bigenc.ru/law/text/2112165> (дата обращения: 18.04.2022).
4. Эмельянов В. М., Коханов В. Н., Некрасов П. А. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях: учеб. пособие для высшей школы / Под ред. В. В. Тарасова. 2-е изд. М.: Академический проспект; Трикса, 2004. 480 с.
5. Касторский В. С., Мозин В. А. Опыт преподавания темы «Чрезвычайные ситуации криминального характера в курсе «Безопасность жизнедеятельности» // Материалы Всероссийской научно-практической конференции 15–16 июня 2000 г. СПб.: Академия театрального искусства, 2000. С. 36.

УДК 65.01

В. И. Афанасьева

студент кафедры вычислительных систем и сетей

Г. С. Морокина

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

PLM-СИСТЕМЫ, ИХ ПРЕИМУЩЕСТВО И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

В современных условиях, кроме требований к качеству выпускаемой продукции, добавляется еще и необходимость сокращения времени выхода ее на рынок при одновременном удовлетворении индивидуальных потребностей клиентов, для этого применяются специальные технологии. К числу таких технологий относится Product Lifecycle Management – управление жизненным циклом продукта.

На данный момент для многих производителей «виртуальное предприятие» – уже настоящая реальность. Компании сосредотачиваются на выработке концепции и проектирования продукции, а все остальное: от разработки до сборки – передают в аутсорсинг другим предприятиям. Но для контроля и интеграции всех процессов необходимы технологии, объединяющие и автоматизирующие все этапы жизненного цикла продукта. Помогает решить данную проблему технология PLM [1]. PLM или Product Lifecycle Management – управление жизненным циклом продукта (рис. 1.), организационно-техническая система, обеспечивающая управление всей информацией об изделии и связанных с ним процессах на протяжении всего его жизненного цикла, начиная с проектирования и производства до снятия с эксплуатации. При этом в качестве изделий могут рассматриваться различные сложные технические объекты. Информация об объекте, содержащаяся в PLM-системе, является цифровым макетом этого объекта [2]. С помощью информации, которую интегрирует PLM-система, даже не обладая специальными техническими знаниями сотрудники отдела закупок смогут выполнять поиск нужных деталей и выбирать оптимальные каналы поставки по сведениям, поступающим из конструкторских подразделений.

С помощью PLM-технологии клиенты получают возможность представлять свои требования по улучшению продукта или связанные с ремонтом претензии, которые будут непосредственно учтены конструкторами при проектировании следующей версии продукции.



Рис. 1. Жизненный цикл продукции

Системы PLM появились примерно 20 лет назад, но вскоре возникла необходимость отделить автоматизацию процессов проектирования и подготовки производства (CAD/CAM) от управления информацией, сопровождающей изделия. Тогда появилось отдельное от CAD/CAM направление Product Data Management (PDM), т. е. управление данными о продуктах, которое было связано с документо-

оборотом конструкторской и технологической документации. Программное обеспечение PDM применялось на уровне конструкторских и технологических подразделений, не выходя на корпоративный уровень. Сегодня ситуация изменяется и данные PLM-систем требуются всему топ-менеджменту предприятия, а саму PLM можно разделить на три взаимосвязанных составляющие управления жизненным циклом:

- жизненный цикл определения изделий (интеллектуальные активы предприятия);
- жизненный цикл производства (материальные активы предприятия);
- жизненный цикл операционной поддержки.

Эти циклы представляются тремя спиралями. Первичным является жизненный цикл управления интеллектуальными активами, который начинается с оценки пользовательских требований, выработки концепции продукта, а завершается, когда предприятие полностью отказывается от продукта, в том числе и от его сервисной поддержки. За ним следует второй цикл – производственный, который включает все, что связано с выпуском и распределением готовой продукции. Основными приложениями, реализующими функции этого цикла, являются системы управления ресурсами предприятия (ERP). И, наконец, внешний, операционный цикл поддерживают системы управления финансами, кадрами, взаимоотношениями с клиентами и др. [3 – 4].

Создание сложных конструкций с помощью CAD-систем и высокие требования к эффективной работе проектировщиков вызвало создание программного обеспечения, которое помогало бы хранить и отслеживать все созданные файлы, проверяло бы их годность, актуальность и непротиворечивость другому программному обеспечению. Для этого были созданы PDM-системы – Product Data Management (управление данными об изделии). PDM представляет собой общий термин, охватывающий все системы, которые применяются для управления информацией о продукте и процессах, используемых для его создания и сопровождения.

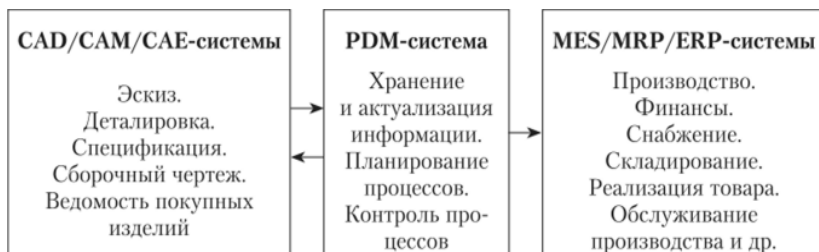


Рис. 2. Функциональная интеграция современных систем

Базовые возможности PDM-систем весьма разнообразны и включают такие функции, как организация хранения данных и управление документами, управление разработкой изделия и контроль процессов по его реализации, манипулирование структурой изделия, автоматизация поиска конкретных данных и числовых параметров изделия, подготовка отчетов в соответствии с требованиями предприятия или отрасли. В качестве примера можно привести Teamcenter – PDM-система. Компания LM Soft (<https://lmsoft.ru>) в настоящее время является ведущей компанией на отечественном рынке. Он предоставляет комплексные услуги в области создания полноценного интегрированного PLM-решения, ядром которого выступает от ведущего поставщика информационных систем компания Siemens: Teamcenter состоит из клиент-сервисов для следующих специалистов: инженер-конструктор, инженер-электрик, инженер-расчетчик, технолог, инженер-программист, инженер по испытаниям, поставщик.

PDM-системы принадлежат к числу наиболее ценных активов предприятия. Таким образом, инженерно-техническая информация хранится в актуальном, структурированном виде в составе PDM-системы. Она является одним из наиболее ценных активов любого предприятия и представляет собой общее структурированное хранилище информации. Такие системы позволяют систематизировать, упо-

рядочить, проработать и уточнить взаимосвязанную информацию об изделиях, служат средой коллективной работы специалистов различных служб, объединенных общим бизнес-процессом.

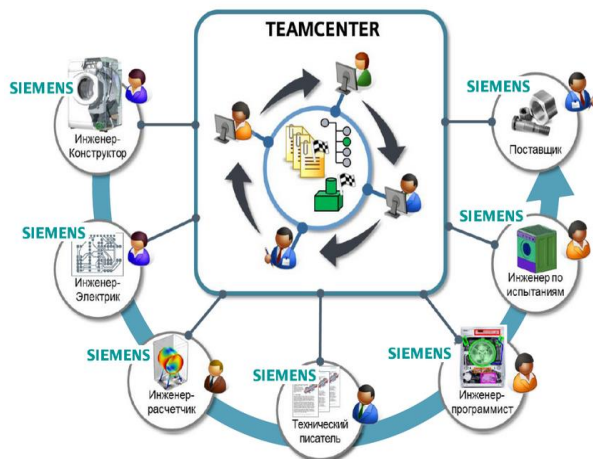


Рис. 3. Состав Teamcenter компании Siemens

Исходя из этого, просматриваются основные составляющие концепции PLM. Это возможность универсального, безопасного и управляемого доступа и использования информации о продукте, обеспечение ее целостности на протяжении всего жизненного цикла, а также управление соответствующими бизнес-процессами.

Таким образом, преимуществами PLM-систем являются экономия затрат на разработку и быстрый вывод новой продукции на рынок, включение клиента в процесс создания продукта с начальных стадий, совершенствование характеристик разрабатываемого продукта и повышение его качества, обнаружение недостатков на ранних стадиях. А также: увязка проектирования и производственных процессов, учет и использование опыта ранее выполненных проектов, реализация модели «виртуального предприятия», управление проектами разработки и технологической подготовки производства новой продукции, повышение качества продукции, улучшение взаимодействия с поставщиками и потребителями.

Библиографический список

1. Меньов А. В. Теоретические основы автоматизированного управления: учеб. пособие. М.: МГУП, 2002. 176 с.
2. Острейковский В. А. Автоматизированные информационные системы в экономике: учеб. пособие. Сургут: СРГУ, 2000. 165 с.
3. Острейковский В. А. Современные информационные технологии экономистам: учеб. пособие. Ч. 1. Введение в автоматизированные информационные технологии. Сургут: СРГУ, 2000. 72 с.
4. Автоматизированные информационные технологии в экономике / Под ред. проф. Г. А. Титуренко. М.: Компьютер, ЮНИТИ, 1998. 400 с.

УДК 537.634.2

Д. А. Батаевастудент кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий
и промышленной безопасности**Т. П. Мишура**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

МАГНИТОСТРИКЦИОННЫЕ УРОВНЕМЕРЫ

Измерение уровня жидкостей требуется в большинстве производственных процессов. Актуальность таких измерений возрастает по мере повышения степени автоматизации производственных процессов, систем контроля и учета. В настоящее время производители предлагают широкий спектр уровнемеров. В данной статье рассматривается определенный тип средства измерения уровня жидкости, принцип его работы, область применения в промышленности, а также преимущества перед другими приборами [1, 5].

Для того, чтобы точно и в режиме реального времени получить оперативную информацию о резервуаре-накопителе (например, уровень, плотность и давление в резервуаре-накопителе), используют уровнемеры. Конструкция и принцип действия этих устройств достаточно разнообразны.

В настоящее время широко применяются следующие системы измерения уровня жидких и сыпучих материалов:

1. Контактные системы (поплавковые, волноводные, гидростатические, емкостные).
2. Бесконтактные системы (со звуковым зондированием, с радиационным или электромагнитным излучением) [2].

Рассмотрим контактные системы на примере магнитострикционного уровнемера, принцип работы которого заключается в основном в использовании комбинации: эффект Видемана и эффект Виллари.

Под действием внешнего магнитного поля размер ферромагнитного вещества изменяется. После удаления внешнего магнитного поля он возвращается к своей первоначальной длине. Это явление называется магнитострикцией [3]. Впервые магнитострикция была измерена Д. П. Джоулем, который смог намагнитить образец железа и измерить изменение его длины в 1842 г. Затем в 1858 г. Г. Видеман обнаружил, что ферромагнитный стержень, по которому течет электрический ток, будет крутиться при помещении его в продольное магнитное поле. Магнитоупругий эффект (Эффект Виллари, был открыт Э. Виллари в 1865 г.) – явление, обратное магнитострикции, заключающееся в изменении размеров тел, сопровождается изменением их магнитных характеристик.

Магнитострикционные уровнемеры, как правило, представляют собой волновод, изготовленный из специального металла с повышенной магнитной проницаемостью, который устанавливается вертикально. Верхняя часть волновода располагается на наружной стороне резервуара, а нижняя – на его дне. К волноводу крепят поплавков с магнитами таким образом, чтобы он перемещался вверх и вниз из-за своей плавучести в измеряемой жидкости. Поплавок содержит магнитный элемент.

Чтобы определить положение поплавка, главный управляющий электронный блок уровнемера посылает короткий импульс тока определенной частоты вниз по сенсорному проводу, расположенному внутри стержня уровнемера, создавая магнитное поле по всей его длине. Это поле немедленно взаимодействует с полем, генерируемым магнитом, содержащимся в поплавке. Образуется волна крутильного напряжения, которая возвращается к датчику вдоль магнитострикционной линии. Главный управляющий электронный блок точно измеряет временной интервал между импульсом излучения и обратным импульсом, и вычисляет положение поплавка. Благодаря применению специальных поплавков, кроме определения уровня материала измеряется также уровень, на котором происходит разделение материалов с различной плотностью, например, нефтепродукты – подтоварная вода.

Магнитострикционные уровнемеры обычно имеют стержневые и кабельные зонды. Различные вариации уровнемеров показаны на рис. 1, 2, 3.

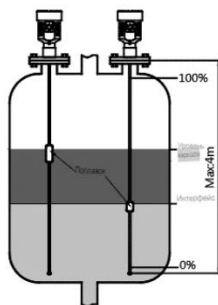


Рис. 1. Зонд стержневой, измеряющий уровень жидкости или взаимодействующий с различными поплавками

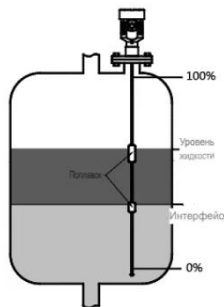


Рис. 2. Зонд стержневой, оснащенный двойными поплавками для измерения уровня жидкости и интерфейса одновременно

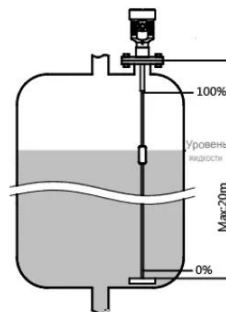


Рис. 3. Зонд кабельный, измеряющий уровень жидкости

Преимущества магнитострикционных уровнемеров

1. Высокая степень надежности. Внутри устройства нет механических движущихся частей и нет таких дефектов, как износ. Также весь преобразователь заключен в трубку из нержавеющей стали, что гарантирует отсутствие контакта с измеряемой средой. Поэтому датчик работает надежно и имеет длительный срок службы.

2. Многопараметрическое измерение. Магнитострикционный уровнемер интегрирует измерение уровня жидкости, интерфейса воды, температуры и других параметров. На одном датчике можно установить два или более магнитных поплавка. Главное убедиться, что вес поплавка соответствует удельному весу среды. Уровень жидкости и поверхность раздела могут быть измерены одновременно, реализуя многопараметрическое измерение.

3. Высокая точность измерений. Магнитострикционный уровнемер использует волноводные импульсы для достижения измерения. Во время работы смещение измеряемой поверхности жидкости измеряется разностью во времени между импульсом возбуждения и импульсом индукции. Поэтому точность чрезвычайно высока, чего трудно достичь с помощью других измерительных систем, которые используют емкостные, напорные, механические, ультразвуковые или следящие устройства.

4. Хорошие показатели безопасности. Взрывозащищенные марки магнитострикционных уровнемеров, как правило, являются огнестойкими и взрывобезопасными. Подходят для работы в различных легковоспламеняющихся, взрывоопасных, высокотемпературных и других опасных местах. Нет необходимости вручную открывать крышку наполнителя во время измерения, что позволяет избежать опасность, вызванную ручным измерением.

5. Простота установки и обслуживания. Поскольку магнитострикционный уровнемер имеет фланцевое соединение, его установка чрезвычайно проста. Отсутствие необходимости в периодическом техническом обслуживании и регулярной калибровке приносит большое удобство пользователям.

6. Легко реализовать сетевое взаимодействие. Выходной сигнал магнитострикционного уровнемера – стандартный сигнал, что позволяет хорошо взаимодействовать с компьютером и легко управлять кризисными ситуациями. Также возможно с легкостью организовать транспортировку на большие расстояния [4].

Области применения магнитострикционного уровнемера

1. Электростанции: резервуар для очистки бака отходящих газов, топливный бак и т. д;
2. Месторождения нефти: резервуар для хранения сырой нефти или нефтепродуктов, отстойник, резервуар для сточных вод (бассейн) и т. д;

3. Химическая и нефтехимическая промышленность: нефтепроводы, концентрационные резервуары, резервуары для сжиженного газа, резервуары для аммиака, нефтеперерабатывающие заводы и т. д.;

4. Вода и водоочистка: резервуары, резервуар сточных вод, очистки воды, баки, отстойники и т. д.

Таким образом, магнестрикционный уровнемер обладает выдающимися преимуществами, такими как высокая надежность, высокая точность и многопараметрическое измерение. Он оценивается специалистами в промышленности, как предпочитаемый инструмент для измерения уровня жидкости и пограничного уровня. При тенденции интеграции промышленного производства и крупносерийного производства магнестрикционные уровнемеры будут иметь более широкое пространство применения в будущих измерениях уровня.

Библиографический список

1. Материаловедение. URL: https://eng.libretexts.org/Bookshelves/Materials_Science (дата обращения: 02.08.2021).

2. Application Tutorial: Magnetostrictive Level Gauge. URL: <https://www.drurylandetheatre.com/application-tutorial-magnetostrictive-level-gauge/> (дата обращения: 22.05.2021).

3. Magnetostriction Fundamentals URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S09780128157329000814> (дата обращения: 21.05.2021).

4. Magnetostrictive Level Gauge Application: Storage Tank. URL: <https://www.drurylandetheatre.com/magnetostrictive-level-gauge-application-refined-oil-storage-tank/> (дата обращения: 22.05.2021).

5. Физические принципы тока. URL: <http://sadeyna.ru/article/magnitostriksiya/> (дата обращения: 15.05.2021).

УДК 613.648

А. В. Зуева

ученица ГБОУ СОШ № 237

Е. А. Гущина

ассистент – научный руководитель

ЗАЩИТА ОТ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ

СВЧ-нагрев является одним из наиболее прогрессивных способов тепловой обработки продуктов в процессах размораживания, разогрева и приготовления готовых блюд. В связи с этим СВЧ-приборы завоевывают все большую популярность на мировых рынках. Но? к сожалению, СВЧ-излучение может оказывать отрицательное влияние на организм человека. Чрезмерное воздействие СВЧ-излучения может привести не только к усталости и плохому сну, но и к более серьезным последствиям.

Наш организм подвергается воздействию различных видов излучения. Одним из них является СВЧ-излучение, источниками которого могут быть: средства связи и различные гаджеты, бытовая техника (микроволновая печь, электробритва, фен, компьютеры и др.), а также розетки и энергосберегающие лампы [1]. Существуют и природные источники излучения – это Солнце и другие космические объекты, излучение от которых проходит через биосферу и достигает Земли. В последнее десятилетие появилось новое понятие «электромагнитный смог», под которым понимают всю совокупность электромагнитных полей и излучений от различных источников, которые, суммируясь, влияют на естественный электромагнитный фон Земли, Галактики, Солнца, часто превышая их уровни. Излучение нельзя увидеть, услышать или почувствовать, но оно вокруг нас. Можно уберечь свой организм, полностью отказавшись от источников излучения, перечисленных выше, но это создаст множество неудобств. СВЧ-излучение крайне негативно влияет на организм человека, способно вызвать расстройство нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем

Конструкция современных СВЧ-печей обеспечивает надежное экранирование от утечки СВЧ-поля за пределы рабочей камеры в пределах всего гарантийного срока эксплуатации. Защита от утечки излучения обеспечивается техническими средствами защиты, в первую очередь, эффективной экранировкой рабочей камеры [2].

Методика экспериментального исследования

Лабораторная установка состоит из лабораторного стола с нанесенной координатной разметкой и устройством крепления экранов, бытовой СВЧ-печи с устройством имитации утечки излучения, комплектом экранов, комплектом балластных поглотителей СВЧ-поля, а также устройства измерения плотности потока мощности утечки СВЧ-излучения с цифровой индикацией показаний (датчик СВЧ-излучения).

Конструкция лабораторной установки гарантирует безопасный уровень излучения СВЧ-поля на расстоянии более чем 0,5 м от СВЧ-печи. Под действием переменного поля в веществе происходит поляризация среды, представляющая собой попеременное направленное перемещение связанных электрических зарядов. Для веществ, в которые входит вода, основным видом поляризации является дипольная, вызванная несимметричным расположением атомов водорода в молекуле воды. В грубом приближении поляризация молекул со сверхвысокой частотой вызывает «трение» между ними с выделением тепловой энергии, которая тем больше, чем выше частота поля f и его напряженность E . Удельную тепловую энергию, выделяемую веществом, можно оценить следующим выражением [3]:

$$P = 0,566 \cdot \epsilon' \operatorname{tg} \delta f E^2 \cdot 10^{-12} \text{ (Вт/см}^3\text{)}. \quad (1)$$

где ϵ' – относительная диэлектрическая проницаемость среды, $\operatorname{tg} \delta$ – тангенс угла диэлектрических потерь в среде.

При взаимодействии электромагнитной волны с полупроводящей средой возникает поверхностный эффект, заключающийся в том, что с увеличением глубины проникновения поля в среду напряженность поля падает. Причем, чем выше частота, тем меньше глубина проникновения электро-

магнитного поля. Глубина проникновения поля, при котором его амплитуда падает в 2,72 раза (exp), получила название скин-слой. Количественно глубину проникновения поля в среду можно оценить с помощью формулы:

$$h = \frac{9,55 \cdot 10^3}{f \sqrt{\epsilon' \operatorname{tg} \delta}} \quad (2)$$

Глубина проникновения электромагнитного поля в вещество уменьшается с увеличением ϵ' , $\operatorname{tg} \delta$, f , а выделяемая тепловая энергия повышается. Исходя из этого рабочая частота для СВЧ-приборов должна быть выбрана из компромиссных соображений. В настоящее время решением Международной комиссии по радиочастотам для бытовых СВЧ-приборов выделена частота 2450 МГц.

Результаты измерений для всех типов экранов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты измерений

Материал экранирующего устройство	Показания детектора СВЧ-поля, без экрана, P1 мВт/см ²	Показания детектора СВЧ поля, с экраном, P2 мВт/см ²	Коэффициент экранирования, K=P2/P1
Картонный лист	0,73	0,44	0,6
Фанерный лист	0,73	0,38	0,52
Перфорированный стальной лист	0,73	0,17	0,23
Сплошной лист оцинкованной стали	0,73	0,14	0,19
Композитный экран	0,73	0,08	0,11

Проанализировав полученные результаты, можно сделать вывод, что наилучшими защитными свойствами обладает композитный экран, коэффициент экранирования K = 0,11.

Библиографический список

1. Малаяя К. Р. Безопасность жизнедеятельности. Основы охраны труда. СПб.: Политех ун-т, 2020.
2. Кашкаров А. П. Микроволновые печи нового поколения. Устройство, диагностика неисправностей, ремонт. М.: ДМК Пресс, 2016.
3. Бондарь Е. С., Кравцевич В. Я. Современные бытовые электроприборы и машины. М.: Машиностроение, 1987. 224 с.: ил.

УДК 53.05

Т. С. Капитонова

студент кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий
и промышленной безопасности

Д. О. Колмуцаева

ученик ГБОУ средняя школа № 213 с углубленным изучением английского языка Фрунзенского района
Санкт-Петербурга

А. С. Степашикина

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

СОВРЕМЕННАЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ МЕТРОЛОГИЯ

Термин «цифровая трансформация» в метрологии и, в частности, в законодательной метрологии, имеет множество различных толкований. Нет точного определения того, каким должен быть результат цифрового преобразования, и кто будет заинтересован в конечном продукте [1 – 3].

В настоящее время никого не удивляет возможность обменять паспорт или водительские права, получить визу или любую другую государственную услугу через Интернет. Более того, все чаще продажи товаров переходят в Интернет. Доля онлайн-продаж в потребительском секторе превысила 10% и продолжает расти. Все это стало возможным благодаря цифровой инфраструктуре современного общества [4 – 9].

В Российской Федерации цифровое преобразование и его практические результаты понимаются как аналогичная инфраструктура, доступная всем участникам национальной системы обеспечения единства результатов измерений. В этих условиях текущей целью цифрового преобразования в законодательной метрологии является развитие такой инфраструктуры, в которой все пользователи и участники смогут выполнять свои задачи в области законодательной метрологии.

Технической составляющей такой инфраструктуры является цифровая платформа, которая оперирует данными о критериях, приборах учета, стандартных образцах и других технических объектах в законодательной метрологии.

Правовая составляющая заключается в обеспечении юридической значимости всех действий, выполняемых на цифровой платформе, где ключевая проблема состоит в том, что для практического ее использования *все данные на цифровой платформе должны быть согласованы между собой*.

Например, данные, доступные для приборов учета, должны быть автоматически связаны с данными всех приборов, используемых для его калибровки, и для этого эти данные должны существовать на цифровой платформе.

Для достижения вышеупомянутой цели необходимо решить три задачи:

1) Первая задача – разработка технической платформы, т. е. основной технической составляющей планируемой инфраструктуры.

2) Вторая задача – мотивация участников или пользователей законодательной метрологической системы к работе исключительно в созданной инфраструктуре, и здесь Национальный закон о метрологии станет лучшим стимулом. В отсутствие законодательного стимула переход пользователей на цифровую платформу может занять несколько лет или даже десятилетие. Законодательство же позволит осуществить такой переход в кратчайшие сроки.

3) Третья задача – обеспечить юридическую значимость данных, хранящихся на цифровой платформе. Без этого создание такой инфраструктуры и платформы только создаст новые неудобства для пользователей. Есть также несколько примеров, когда так называемая цифровизация, просто порождает дублирование действий, ранее выполнявшихся в цифровой среде. Конечно, такие неудачные практики должны быть исключены, и мотивация пользователей должна основываться не только на требованиях законодательства, но и на их удобстве [5].

Следующим шагом был выбор задач законодательной метрологии, которые будут реализованы в новой цифровой инфраструктуре. Для России мы выбрали девятнадцать задач, из которых основными являются следующие:

- проверка юридически регулируемых приборов учета;
- установление цепочки прослеживаемости от СИ (средства измерений) (или других установленных стандартов/критериев, когда задачи им соответствуют) до конечного пользователя;
- определение типа процедур согласования;
- сертификация стандартных образцов.

В Российской Федерации законодательная метрология основана на процедуре проверки приборов учета. Сейчас эта процедура во многом близка к традиционному пониманию калибровки. Обычно результатом является не только заключение о пригодности или непригодности приборов учета, но и информация об их работе, например, об ошибках измерения. Передача единиц СИ с уровня на уровень, вниз конечному пользователю также в значительной степени осуществляется посредством цепочки проверок.

Наиболее распространенной задачей в области законодательной метрологии в Российской Федерации является верификация. По разным оценкам, в Российской Федерации ежегодно проводится около 50–60 млн проверок. Задача хранения и обработки такого большого объема данных очень сложна, однако Росстандарт принял такое решение понимая, что через информацию о поверке приборов учета Росстандарт получает данные обо всех приборах учета, используемых в области законодательной метрологии.

На этом этапе очень важно оценить и необходимую мощность создаваемой технической платформы. Это сыграет решающую роль в выборе пути его реализации.

Платформа должна быть способна обрабатывать около 500 проверок от 2000 проверяющих органов в минуту. Это означает, что при максимальной производительности она должна быть способна обрабатывать несколько тысяч проверок в минуту.

Эти данные часто используются для юридических действий, например, в судах, поэтому юридическая значимость данных на платформе требует, прежде всего, цифровых подписей, что является еще одной важной технической проблемой. В случае проверок – это должна быть подпись проверяющего органа. Кроме того, информация должна быть защищена от несанкционированных изменений, в том числе от хакерских атак.

Разработка цифровой инфраструктуры состоит из двух параллельных потоков. Первый поток – это разработка законодательства, обеспечивающего признание цифровой платформы, а второй поток – это развитие самой цифровой платформы.

Законодательство включает, во-первых, национальный закон о метрологии, а во-вторых, ряд других законодательных и технических актов. Техническая платформа включает в себя программный продукт и серверные мощности. Одной из очень важных, но и очень сложных задач для руководителя проекта является координация этих двух потоков.

Есть три важных решения, которые необходимо принять для организации этого проекта. Первая проблема для процесса разработки – кто будет реализовывать данную задачу, компания из внешних источников, или компания внутреннего рынка (для национального органа по метрологии – это НИИ). Если выбор сделан в пользу компании, специализирующейся на внешних ресурсах, очевидным преимуществом данного решения является более высокая профессиональная компетентность специализированных организаций. Кроме того, прямые затраты на эту разработку изначально кажутся ниже; однако наша практика показала, что специфика метрологии настолько сложна, что профессиональные организации не могли справиться с ней в течение двух лет. И хотя стоимость внешней разработки изначально казалась меньшей, на практике она вскоре начала расти. Например, изменения в законодательстве требуют внесения изменений в платформу, что влечет за собой определенные затраты. Поэтому в России было принято решение использовать внутренние возможности ВНИИМС (одного из российских НИИ).

Вторая проблема касалась порядка выполнения двух потоков. Более простым вариантом было бы сначала разработать техническую платформу, а затем подготовить изменения в законодательство. Однако в этом случае период цифрового преобразования значительно увеличился бы. Кроме того, при разработке изменений в законодательство на практике было обнаружено много проблем, которые, как когда-то рекомендовали наши коллеги, были включены в техническую платформу. Таким образом, эти

два потока можно перемещать параллельно, и это представляется наиболее разумным способом продолжения.

Третья проблема касается изменений в законодательстве. Чтобы обеспечить более мягкий переход к цифровой инфраструктуре, на первом этапе проще разрешить работу как с использованием цифровой инфраструктуры, так и по сложившемуся пути с использованием сертификатов на бумажных носителях и т. д. В этом случае через некоторое время потребуется повторно принять изменения в закон, обязывающие пользователей работать исключительно на цифровой платформе. Однако в этом случае информация, собранная с помощью технической платформы, не будет полностью обновленной. Поэтому сложнее, но представляется более эффективным предусмотреть обязательный для участников переход на цифровую платформу. Это решение должно быть отражено в национальном законе о метрологии, что, по нашему мнению, служит движущей силой цифровых преобразований.

В ходе тестирования и внедрения полученного продукта Федеральное агентство и несколько организаций выявили рассматриваемые выше проблемы. В 2019 г. техническая платформа была разработана и успешно внедрена в Федеральном агентстве. Вскоре после этого разработанная платформа была также интегрирована всем участникам и заинтересованным сторонам [10 – 12].

Как показала практика, трехэтапный цикл разработки технического законодательства в Российской Федерации занимает около трех лет:

- первым шагом в цикле разработки является разработка законодательной базы с профессиональным сообществом;
- вторым шагом является согласование федеральными органами, органами власти и правительством;
- третий шаг является процедурным, когда проект официально направляется в Государственную Думу для принятия и последующего подписания Президентом Российской Федерации.

Время, необходимое для вступления в силу новых положений, составило 270 дней. Это время первоначально использовалось для разработки правительственных и министерских актов более низкого уровня. Это был также последний призыв к заинтересованным сторонам присоединиться через техническую платформу.

Измененный закон вступил в силу 24 сентября 2020 г. С этого момента все участники, участвующие в обеспечении единства измерений в законодательной метрологии в России, должны были работать исключительно в рамках недавно разработанной цифровой инфраструктуры.

С момента официального принятия нового закона бумажных сертификатов, а также других подтверждений метрологических служб стало недостаточно, и с этого момента начался сбор данных о технической законодательной метрологической инфраструктуре.

Техническая платформа содержит как защищенные паролям, так и открытые порталы. Открытый портал используется общественностью для получения информации в области законодательной метрологии в России (включая все применимые международные документы, например, Рекомендации МОЗМ как на русском, так и на английском языках). Например, можно провести проверку средств измерений по их серийному номеру и типу индекса утверждения (адрес веб-сайта: <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry>).

Для крупных организаций, выполняющих множество метрологических задач, реализован механизм пакетной передачи данных. Это может быть достигнуто как с помощью файлов определенного формата, так и с помощью специального API технической платформы.

Важный вопрос заключается в том, содержит ли система информацию о метрологических задачах, выполненных до 24 сентября 2020 г. В ходе подготовки законопроекта было решено не требовать от участников цифровой инфраструктуры размещать всю информацию о ранее выполненных услугах, которые были приняты в «старом» бумажном формате. Действительно, ввод всех этих данных в цифровую платформу был бы бременем для предприятий и, по-видимому, был бы для них неразумным. С другой стороны, Росстандарт потребовал от своих организаций регистрировать всю информацию, начиная с 2010 г. Это объясняет, почему ежегодно проводится около 50 млн проверок, и в общей сложности платформа содержит более 300 млн наборов данных проверки.

Все наборы данных на платформе – это не просто объем, они структурированы и согласованы (или взаимосвязаны). Конечно, такой подход создает большое количество технических проблем.

Например, есть много запросов, таких как «Я не могу отправить информацию о проверке, потому что мой проверочный документ или справочный материал, или руководство отсутствуют на технической платформе». Для таких запросов была создана служба поддержки, все запросы обрабатываются довольно быстро.

Следует еще раз подчеркнуть, что на этапе внедрения был проделан огромный объем работы по оцифровке всей информации, касающейся проверочных инструментов. Ключевому оператору технической платформы, ВНИИМС, удалось выполнить это всего за 270 дней, что, вероятно, было самым ресурсоемким действием, достигнутым ими. Успех всего проекта зависел, среди прочего, от масштабных усилий по решению этой проблемы.

В новой инфраструктуре есть *четыре ключевые группы участников*:

- федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии;
- национальная система аккредитации;
- центры сертификации;
- производители и пользователи приборов учета.

Пользователями измерительных приборов являются не только компании и органы власти, но и частные лица. Это очень важный момент, потому что ключевой целью закона о метрологии в России является, помимо прочего, защита граждан. Теперь с помощью мобильного приложения при желании любой желающий может, например, посмотреть проверку весов в супермаркете, топливораздаточных устройств на заправках или счетчика воды в своем доме или квартире. Таким образом, этот проект также оказал важное социальное воздействие.

Иногда процессы преобразования встречают сильное сопротивление при выполнении, но настойчивость и приверженность принятой концепции являются ключом к успеху. Описанный здесь проект дал важные результаты с точки зрения данных, полученных с помощью платформы.

Например, уже можно получить ключевые данные от прослеживаемости различных приборов учета до национальных первичных стандартов из существующих наборов данных. Это внесет ценный вклад не только в законодательную метрологию, но и в научную метрологию и может стать одним из ключевых элементов стратегии разработки первичных стандартов.

Также эти данные очень важны для метрологического надзора. Приборы учета, срок проверки которых истек, и для которых не было зарегистрировано никаких новых проверок, можно легко просмотреть на платформе. Целевые меры реагирования могут быть применены к организациям, владеющим этими приборами. Для надзора за аккредитацией также важны данные об организациях, выполняющих подозрительно большое количество метрологических задач. Органы проверки могут сосредоточиться на таких случаях и реагировать на них индивидуально.

Цифровая инфраструктура в законодательной метрологии имеет множество преимуществ для всех без исключения пользователей (как для производителей и пользователей приборов, так и для проверяющих органов).

1. Для работы национального органа по метрологии предоставляются самые последние данные о технических средствах, используемых в законодательной метрологии. Трудно переоценить практическую значимость этих данных, тем более, когда массив данных будет более или менее полным (здесь необходимо учитывать, что от участников цифровой инфраструктуры не требуется дополнительного внесения данных, предоставленных до 2020 г.).

2. Все схемы прослеживаемости приборов учета и средств проверки будут также разработаны и доступны через платформу.

3. Среды для ориентированного на риск метрологического надзора, как одна из задач Росстандарта, сделает процесс оцифровки очень эффективным.

4. Для проверяющих органов – это возможность работать с результатами в режиме реального времени, что позволит им повысить свою клиентоориентированность. Проблема подложных или поддельных документов в метрологии также существует. Многие органы власти вынуждены доказывать отсутствие умышленной вины в совершенных действиях, основанных на предоставлении подложной информации или поддельных документах, но благодаря данным на платформе эта проблема устранена.

5. Еще одним ключевым преимуществом является отсутствие человеческого фактора, когда результаты метрологических задач приходится аннулировать, что приводит к неблагоприятным юридическим последствиям. Для властей это влечет аннулирование их сертификатов и дополнительные расходы на исправление ошибок. Система же либо не допускает таких ошибок, либо (в худшем случае) позволяет обнаруживать их раньше.

6. Кроме того, система предлагает автоматизированное отслеживание периодов проверки.

7. Наконец, пользователи могут проанализировать рынок и найти наиболее подходящий орган проверки.

Библиографический список

1. Абдрахманова Г. И., Вишневский К. О., Гохберг Л. М. [и др.] Индикаторы цифровой экономики: 2021: статистич. сб. М: НИУ ВШЭ, 2021. 380 с.
2. Национальная программа «Цифровая экономика Федерации» утвержденная протоколом заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам от 4 июня 2019 г. № 7. URL: <http://static.government.ru/media/files/> (дата обращения: 18.04.2022).
3. Тарасов И. В. Индустрия 4.0: понятия, концепции, тенденции развития / Стратегии бизнеса, 2018. № 6 (50). С. 57–63.
4. OIML Bulletin Volume LXII, Number 3, July 2021 Digital transformation in legal metrology OECD, "A measurement roadmap for the future", in Measuring the Digital Transformation: A Roadmap for the Future, OECD Publishing, Paris. URL: www.oecd.org/going-digital/measurement-roadmap.pdf.
5. Oppermann A., Eickelberg S., Exner J. Toward Digital Transformation of Processes in Legal Metrology for Weighing Instruments // Proceedings of the 2020 Federated Conference on Computer Science and Information Systems, FedCSIS 2020. Vol. 21. P. 559–562. Doi: 10.15439/2020F77.
6. Thiel F. Digital transformation of legal metrology – The European Metrology Cloud // OIML Bull., 2018. Vol. 59, No 1. P. 10–21.
7. Angels G. Measuring the Digital World: Using Digital Analytics to Drive Better Digital Experiences (FT Press Analytics) 1st Edition. 2015.
8. International Congress of Metrology. 2019. P. 39. Doi: 10.1051/metrology/201901001.
9. Mustapää T., Nikander P., Hutzschenreuter D., Viitala R. Metrological challenges in collaborative sensing: Applicability of digital calibration certificates // Sens. Switz.,2020 – vol. 20, no 17 – p. 1–19. – doi: 10.3390/s20174730.
10. Mustapää T, Autosalo J., Nikander P., Siegel J. E., Viitala R Digital Metrology for the Internet of Things // Global Internet of Things Summit, Proceedings, 2020. P. 1–6. Doi: 10.1109/GIOTS49054.2020.9119603.
11. Красавин И. В. Вторая очередь федеральной государственной информационной системы росстандарта «Аршин»: от «эксплуататора» – к разработчику // Мир измерений. 2021. № 2. С. 10–14.
12. Лебедева И. О. Изменения в законодательстве и обновления в модули «Поверки» ФГИС «Аршин» // Главный метролог. 2021. Вып. 1. С. 54–61.

УДК 53.05

Д. Казадио

студент кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий
и промышленной безопасности

Д. Ю. Салагина

ученик ГБОУ средняя школа № 213 с углубленным изучением английского языка Фрунзенского района
Санкт-Петербурга

А. С. Степашкина

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

ЭФФЕКТ МПЕМБЫ

Эффект Мпембы – это явление, установленное экспериментальным путем, выраженное в том, что быстрее можно охладить жидкость более высокой температуры, которая превращается в лед и/или охлаждается быстрее, чем жидкость более низкой температуры [1]. Это утверждение кажется противоречивым, но первые упоминания об этом эффекте встречаются в трудах Аристотеля.

Утверждение «горячая вода остывает быстрее холодной» расплывчато и неточно: горячую воду можно заставить охлаждаться быстрее, чем холодную, подавая большее количество энергии на охлаждение горячей воды, но именно при такой неспецифической формулировке, эффект Мпембы стал артефактом в популярной науке. Точнее, мы показываем, что для двух одинаковых образцов воды, за исключением разницы в начальной температуре, охлажденных в одинаковых условиях до заданной температуры (например, температуры заморозания воды), первоначально более горячему образцу потребуется больше времени для охлаждения – вопреки утверждению об эффекте Мпембы [2–8].

Четко сформулированного общепринятого научного определения «эффекта Мпембы» так же известного как «парадокс Мпембы» не существует. Этот недостаток ясности отражается в уровне исследований в литературе, которая предлагает ряд различных объяснений. Так, для двух образцов воды разной начальной температуры, охлажденных до одной и той же температуры с дальнейшим фазовым превращением в твердое агрегатное состояние (лед), установлено, что в сосуде с водой более высокой температуры вода превратилась в лед быстрее. Впервые такое эффект обнаружил студент-повар Мпемба. Он опоздал на занятие по изготовлению мороженого, и ему пришлось поставить неостывшую смесь в морозильную камеру. Мороженое получилось намного быстрее, чем у его одноклассников. Такой эффект называли в его честь [2–8].

Подобный эффект наблюдался еще задолго до того, как Мпемба обратил на это внимание. Аристотель отмечал, что древние греки Понта использовали этот эффект, когда ставили лагерь на льду, чтобы ловить рыбу. Таким образом, для наблюдения эффекта Мпембы должны быть некоторые различия в химическом составе образцов или в физике их охлаждения либо на начальном этапе, либо при эквивалентных температурах – важно понимание и изучение различных механизмов, которые могут вызвать такие различия.

Разумным началом анализа проблемы является рассмотрение процесса в два этапа: во-первых, охлаждение воды до температуры 0 °С, а во-вторых, замораживание воды с образованием твердого льда. При этом любые эффекты, связанные с переохлаждением воды, полностью сдерживаются фазовым переходом. Пусть определение эффекта Мпембы ограничивается первой стадией процесса, т. е. процессом охлаждения образца теплой воды до 0 °С за меньшее время, чем требуется для охлаждения образца воды, который теоретически идентичен, за исключением того, что он изначально находится при более низкой температуре – до 0 °С. Возникает парадокс. Возможно, эффект стоит рассматривать в совокупности, т. е. учитывать одновременность двух этапов: охлаждения жидкости и кристаллизацию.

В течение около 50 лет многочисленные исследования пытались продемонстрировать эффект Мпембы в более крупных масштабах. Однако, несмотря на приложенные усилия, до сих пор не представляется возможным наблюдать какие-либо физические эффекты, которые можно было бы аргументированно описать как эффект Мпембы. Более того, все данные, представляющие собой наблюдения

за эффектом Мпембы в рамках существующих исследований, находятся чуть выше линии эффекта Мпембы, т. е. разница во времени охлаждения между горячим и холодным образцами маргинальна. В случае возможности воспроизводить эти данные повторяющимся образом с определенной точностью, и понять лежащий в их основе механизм, эффект имел бы прикладное значение для науки. При использовании современных теплообменников такой результат будет иметь огромное влияние на эффективность промышленных процессов.

Были проведены экспериментальные наблюдения за конкретным примером охлаждения и замораживания теплой воды за меньшее время, чем изначально более холодной воды – еще предстоит сообщить о любых экспериментальных доказательствах того, что образцы воды можно последовательно охлаждать и замораживать за меньшее время, инициируя охлаждение с более высокой температуры. Таким образом, мы можем сделать вывод, что даже с учетом процесса замораживания, включенного в определение эффекта Мпембы, эффект Мпембы не наблюдается в какой-либо значимой форме [9].

Эффект Мпембы оказался замечательной головоломкой, с помощью которой можно привлечь и заинтересовать не только ученых, но и студентов, в целом общество в поисках научного понимания. Эффект Мпембы может стать катализатором для развития научного познания и технического творчества. Есть множество подлинных научных артефактов, которые могут и дальше служить источником вдохновения. Например, попробуйте наполнить два одинаковых стакана, один пресной, а другой соленой водой (оба одинаковой температуры), поместите в каждый по несколько кубиков льда и посмотрите, в каком из них лед тает первым – многие будут удивлены результатом, обнаружив его вопреки их опыту и интуиции. Точно так же можно попробовать положить тонкий лист на стакан с водой, перевернуть стакан вверх дном, а затем убрать руку с листом – пронаблюдайте, как атмосферное давление воздуха позволяет воде удерживаться в стакане. Повторите данный опыт, заменив лист жесткой сеткой с отверстиями размером до нескольких миллиметров, и вода все равно будет удерживаться внутри стакана. Подобные примеры могут пробудить научный интерес и служить вдохновением для тех, кто ищет другие примеры подлинной науки.

Библиографический список

1. Mpemba E. B., Osborne D. G. Cool? *Physics Education*. 4 (3). 172. 1969.
2. The New York Times. The claim: Cold water boils more quickly than hot water. URL: <http://www.nytimes.com/2008/03/18/health/18real.html> (date of access: 12.03.2016).
3. The Telegraph. Have scientists worked out why hot water freezes faster than cold water? URL: <http://www.telegraph.co.uk/news/science/science-news/10420496/Have-scientists-worked-out-why-hot-water-freezes-faster-than-cold-water.html> (date of access: 18.04.2016).
4. The Times. 22,000 scientists still can't explain the boy who kept his cool. URL: <http://www.thetimes.co.uk/tto/science/physics/article3654099.ece> (date of access: 23.03.2016).
5. The Daily Mail. Mystery of why hot water freezes faster than cold is solved - and it's all down to the strange behaviour of atom bonds. URL: <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2483383/Mystery-hot-water-freezes-faster-cold-solved-strange-behaviour-atombonds.html> (date of access: 06.02.2016).
6. Zhang, X. [et al.] Hydrogen-bond memory and water-skin supersolidity resolving the Mpemba paradox. *Phys. Chem. Chem. Phys.* 16 (42). 22995–23002. 2014.
7. Bregović, N. Mpemba effect from a viewpoint of an experimental physical chemist, 2012. URL: <http://www.rsc.org/learn-chemistry/resource/res00001018/the-mpemba-effect?cmpid=CMP00007615> (дата обращения: 05.01.2022).
8. Henry C. Burridge, Paul F. Linden Questioning the Mpemba effect: hot water does not cool more quickly than cold // *Scientific Reports*. Vol. 6. Article number: 37665. 2016. URL: <https://www.nature.com/articles/srep37665> (дата обращения: 02.02.2022).
9. Jin J., Goddard W. A. III Mechanisms underlying the Mpemba effect in water from molecular dynamics simulations. *J. Phys. Chem. C*. 119 (5), 2622–2629. 2015.

УДК 504.3.054

А. В. Конновстудент кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий
и промышленной безопасности**С. А. Перлина**студентка кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий
и промышленной безопасности**В. О. Смирнова**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

ПРОБЛЕМЫ ОЧИСТКИ ОКОЛОЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА ОТ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА

Несмотря на ограниченное число государств, активно занимающихся космической деятельностью, околоземное пространство уже страдает от ее негативных последствий, выражающихся, в частности, в образовании мусора из космических объектов, реально создающих угрозу нормальной космической деятельности. Если когда-нибудь инопланетяне и захотят вступить в долгожданный контакт с жителями Земли, чтобы совершить посадку на ее поверхность, им придется лавировать между огромным количеством мусора, скопившимся на околоземной орбите.

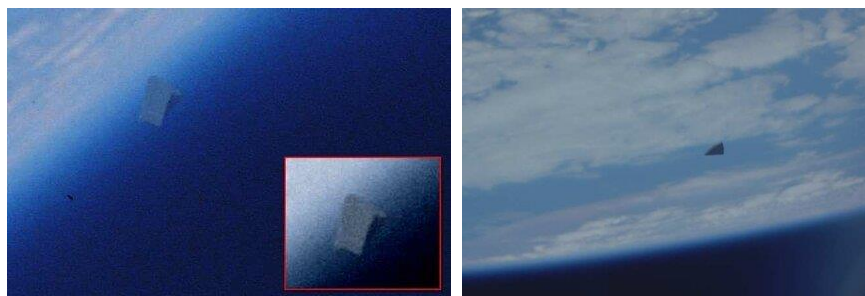


Рис. 1. Фотографии «космического мусора» на орбите Земли.

Цель данной работы – исследование различных способов очистки космического пространства, а также оценка мнений ученых по данной теме.

Согласно данным экспертов, в случае игнорирования проблемы, к 2030 г. на орбите Земли количество мусора увеличится в 2 раза, а еще через четверть века он начнет падать на поверхность Земли.

Сначала необходимо дать четкое определение термину «космический мусор». Итак, космический мусор – это все искусственные объекты и их фрагменты, которые являются опасным фактором воздействия на исправно работающие космические аппараты. Если количество космического мусора будет увеличиваться, то возникнет «необратимый эффект Дональда Кесслера». Это значит, что станет полностью невозможным использование ближайшего космоса. вероятность столкновения практически каждого спутника и техногенных объектов с космическим объектом увеличивается в 100 раз. Последствия данных событий могут негативно сказаться не только на всемирной экономике, но и на дальнейшем развитии человечества. Основными «загрязнителями» околоземного пространства являются такие страны, как Россия, США, Китай, Франция и Индия. Из этого можно сделать вывод, что самые могущественные сверхдержавы являются ответственными за загрязнение космоса. Следовательно, только они могут решить проблему очистки космического пространства.

Опасность космического мусора

Рост количества мусора на орбите Земли может привести к прекращению пилотируемых и непилотируемых полетов. Даже самая мелкая частица из этого металлолома на орбите может представлять большую опасность, ведь она несется в космосе со скоростью до 15 км в секунду.

Столкновения космических аппаратов с мусором. В настоящее время уже известны факты столкновения космических аппаратов с частицами мусора. Орбитальный мусор представляет реальную угрозу для космических аппаратов. Например, в 1983 г. произошло соударение шаттла Challenger и микрочастицы (менее 1 мм в диаметре), в результате чего появилась трещина на иллюминаторе. В марте 2006 г. произошла авария спутника «Экспресс-АМ11», космический аппарат получил значительный динамический импульс, потерял ориентацию в пространстве и начал неконтролируемое вращение.

Падение космического мусора на поверхность Земли. Вследствие космических аварий техногенный мусор может упасть на Землю. Это не только опасно для экосистем, но и представляет радиационную опасность. Например, в апреле 1970 г., при возвращении лунного модуля Aquarius экспедиции Apollo-13 контейнеры с плутонием упали в Тихий океан восточнее Новой Зеландии.

Опасность космического мусора для международной космической станции (МКС). Нам всем хорошо известно, что на МКС постоянно находится 6 человек экипажа. Корпус станции имеет микрометеоритную защиту, а также на МКС есть специальная программа для автоматического увода станции от столкновения с крупными объектами. С Земли ведется удаленное наблюдение за передвижением элементов космического мусора. Если на определенном расстоянии от МКС появляется такая угроза, экипаж станции получает соответствующее предупреждение. МКС вынуждена совершать маневры ухода от столкновений с орбитальным мусором в среднем пока один раз в год. Например, эвакуация экипажа в корабль «Союз ТМА -13» с готовностью к расстыковке с МКС и возвращению на Землю. Причина была в болванке, размером 13 см, которая пролетала в крайне опасной близости от МКС.

Ученые многих стран предлагают свои методы очистки околоземного пространства, например:

1. Специалисты Самарского национального исследовательского университета при помощи специально созданного и установленного оборудования на спутнике «Аист-2Д» начали изучать потоки движений мусора в космическом пространстве. Благодаря аппаратуре ученые смогут вычислить параметры микрочастиц и изучить их движение, что способствует предотвращению серьезных столкновений с искусственными объектами.

2. Ученые из Азии также участвуют в данном вопросе. В частности, ученые из японского университета «Riken» думают об использовании лазера, способного сбивать мусор с орбиты нашей планеты.

3. Космические воздушные шары для мусора. Эта идея называется Gossamer Orbit Lowering Device или GOLD System, и была предложена Кристин Гейтс. Концепция использует очень большой и тонкий воздушный шар, который будет оборачивать объект и увеличивать его аэродинамическое сопротивление в несколько сотен раз, тем самым приводя к его падению в атмосферу Земли.

4. В декабре 2016 г. был запущен экспериментальный аппарат для уборки космического мусора. Японский корабль Kounotori-6 (HTV-6) должен был провести в космосе неделю, собирая мусор. Для этого он выпустит 700-метровый электродинамический «трос», который притянет к себе обломки. Но эксперимент не удался, так как «трос» не смог раскрыться. Корабль был сведен с орбиты 5 февраля 2017 г. Так как по своим характеристикам этот метод очистки был достаточно успешный, то его собирались усовершенствовать.

5. Единственное, что сейчас действительно работает из всех методов борьбы с космическим мусором – это тщательное картографирование космической свалки. К сожалению, только у России и США есть необходимое оборудование.

Возвращаясь к проблемам очистки можно выделить несколько аспектов:

1. Затраты на разработку и испытания во много раз превышают ущерб, наносимый мусором.
2. На данный момент количество мусора недостаточно велико, чтобы всерьез начать решать эту проблему.

3. Космический мусор имеет очень разнообразный состав. Размер космического мусора может доходить до нескольких метров, а их скорость полета может достигать 56 000 км/час. Точный объем мусора определить практически невозможно. Обломки постоянно сгорают в атмосфере, фрагментиру-

ются, космические аппараты регулярно выходят из строя, увеличивая количество мусора. Кроме того, отслеживать небольшие фрагменты сложно технически. Сегодня на орбите летает тысячи опасных объектов крупного размера и миллионы мелких фрагментов (22 тыс. объектов более 10 см; 750 тыс. фрагментов более одного см; 160 млн частиц около 1 мм.). Общая масса мусора в околоземном пространстве оценивается от 6 до 7,5 тыс. т.

4. На сегодняшний день, в мире нет правового регулирования очистки космического пространства. Страны самостоятельно определяют методы борьбы с мусором. «Предотвращением дальнейшего загрязнения космического пространства занимаются несколько международных комиссий, в том числе под эгидой ООН, – рассказывает ученый секретарь Совета по космосу РАН Александр Алферов. – Правда, они сталкиваются с неповоротливостью ряда агентств, предпочитающих все очень тщательно взвесить, прежде чем идти на сотрудничество. Дело в том, что многие спутники принадлежат военным ведомствам и полную информацию о них получить весьма сложно. Нельзя сбрасывать со счетов и коммерческую сторону вопроса».

Таким образом, проблема загрязнения космического пространства требует от государств сотрудничества в связи с данными вопросами. В силу огромных финансовых затрат на реализацию планов по утилизации мусора, державам необходимо объединиться, чтобы решить эту глобальную проблему. Необходимо поставить этот вопрос на особый контроль, чтобы избежать блокировки мусором космического пространства в ближайшем будущем. Если не решить проблему мусора на орбите своевременно, для следующих поколений доступ в космос будет поставлен под угрозу. Поэтому необходимо чтобы разработки были оценены по достоинству и поддержаны Роскосмосом и правительством страны для успешного внедрения устройства по очистке околоземного пространства от космического мусора.

Библиографический список

1. Гигантский воздушный шар «GOLD» – средство очистки космоса от орбитального мусора. URL: DailyTechInfo. 2010. URL: <https://dailytechinfo.org/space/1531-gigantskij-vozdushnyj-shar-gold-sredstvo-ochistki-kosmosa-ot-orbitalnogo-musora.html> (дата обращения: 09.02.2022).
2. Бартновская Е. С., Сафронов В. В. Локализация радиоактивных отходов в космосе // Проблемы правового регулирования в аэрокосмической отрасли. 2010. С. 324–325.
3. Сергей Карасев. Российский спутник поможет составить карту распределения космического мусора. // 3DNews – DailyDigitalDigest. 2016. URL: <https://3dnews.ru/936690/rossiyskiysputnik-pomoget-sostavit-kartu-raspredeleniya-kosmicheskogo-musora> (дата обращения: 07.02.2022).
4. Климкина А. Г. Космическая свалка // Маркетинг и коммерциализация космоса. 2018. С. 799–801.
5. Грязный космос: кто мусорит и не убирает во Вселенной // Экология России. 2020.
6. Алексей Лабунский. Космический мусор попадет под наблюдение // Наука и жизнь. 2013. URL: <https://www.nkj.ru/news/21918/> (дата обращения: 06.02.2022).
7. Сафронов В. В., Соколова Е. А. Космический мусор // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2010. С. 343–344.
8. Бадаева А. Р., Лысенко И. С. Проблема космического мусора в околоземном пространстве // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2010. С. 389–390

УДК 004.315.2

Я. В. Потапова

студент кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий
и промышленной безопасности

К. В. Епифанцев

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ СУММАТОРОВ В СОВРЕМЕННОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ: МИКШЕРЫ

Математически точное сложение качественно оцифрованных сигналов внутри цифрового микшера или DAW должно звучать лучше суммирования в аналоговых цепях с искажениями, неравномерностью АЧХ/ФЧХ и шумами.

Ключевые слова: сумматор, микширование, микшер

Аналоговые сумматоры – устройства, выполняющие функцию сложения сигналов.

Популярные устройства:

- Whirlwind MIX8S и MIX16;
- Whirlwind MIX8S;
- Whirlwind MIX8S задняя панель;
- Whirlwind MIX16;
- Whirlwind MIX16 задняя панель;
- Long MicroMix 8S;
- Long MicroMix 8S.



Рис. 1. Сумматор

Достоинства сумматоров

Существует несколько плюсов сумматоров перед микшерным пультом. Во-первых, лучший звук. Большинство аналоговых пультов средней и, тем более, нижней ценовой категории – это компромисс между коммутационными возможностями, качеством электроники, органов управления и общей стоимостью микшера. Немногие из пультов данной категории имеют модульную конструкцию, минимальный путь сигнала, внешние блоки питания, симметричные шины суммирования и прецизионные операционные усилители. Из-за обилия необходимых коммутационных возможностей, конкурентоспособного чис-

ла каналов со встроенной обработкой, высокой стоимости органов управления и прочего конструкторам приходится идти на компромиссы в схемотехнике [1, 2].

Коммутационные возможности сумматоров значительно хуже возможностей пультов, а органы управления могут быть сведены к минимуму или вовсе отсутствовать. Качество микширования у сумматора в разы лучше, чем у пульта.

Превосходство аналоговых сумматоров над цифровыми микшерами обсуждалось ранее.

Во-вторых, автоматизация. Именно по этой причине сумматоры так популярны. Для получения аналогового микса больше не нужно крутить ручки на пульте во время сведения, подписывать каналные линейки и зарисовывать положения регуляторов. При этом сохраняется вся автоматизация в файле проекта внутри DAW и возможность мгновенно вернуться к необходимой конфигурации. Также можно хранить шаблоны автоматизации, подготовленные для типичных задач и обмениваться файлами проектов. Таким образом, получается необходимый набор возможностей, к которому привыкли пользователи цифровых микшеров.

Недостатки сумматоров

Помимо положительных черт сумматоров, существуют также отрицательные моменты. В-первых, преобразования сигнала, ухудшение качества при снижении разрядности. При оцифровке сигнала принято поддерживать его уровень максимально возможным без перегрузки для более полного использования разрядной сетки аналого-цифрового преобразователя. То есть, чем слабее на входе АЦП сигнал, тем с меньшим качеством он будет записан. То же самое для цифро-аналогового преобразования [3, 4].

Неэффективное использование ЦАП (цифро-аналоговый преобразователь). При полном контроле микса из DAW каждый трек должен попадать на ЦАП в стерео. Для стереофонических треков занимается обычно два канала. Для каждого монотрека не используется один порт цифрового интерфейса и один канал ЦАП.

Необходимость качественного АЦП (аналого-цифровой преобразователь). Часто случается, что АЦП вовсе отсутствует.

Микширование

В реальном времени трудно проводить аналоговую обработку. Обработка сигнала применяется обычно в двух целях: как звукоформирующая и миксообразующая. Звукоформирующие эффекты, как правило, появляются внутри звуковых, либо при записи акустического инструмента или вокала [5].

При сведении иногда требуется провести коррекцию исходных звуков и создать звуковой план. Основные средства, используемые для этого – динамическая обработка, эквализация и пространственные эффекты, такие как реверберация, задержка или хорус. Простое суммирование треков дает плоскую картинку, но для создания планов необходима обработка [6].

Помимо вышесказанного, работать с аналоговыми источниками неудобно. В случае полного контроля микса необходимо, чтобы каждый источник звука проходил через внутренний тракт рабочей станции для цифровой регулировки уровня и панорамы. Это возможно при предварительной записи сигнала на один из треков либо при использовании мониторинжных возможностей станции. Цифровой поток на входе не записывается, а передается с нужными изменениями на выход в реальном времени при помощи системы RME TotalMix. Этот вариант используется для акустических инструментов, которые записаны на этапе трекинга. Второй вариант используется для звуковых модулей и синтезаторов, которые имеют цифровые выходы.

Вывод. Что касается недостатков сумматоров, отмеченных ранее, то они проявляются не в каждой ситуации. Здесь многое зависит от имеющегося оборудования, от количества необходимой обработки и, конечно, от предпочтений звукоинженера.

Существует большое количество аналоговых и цифровых консолей. Самые популярные – компаний SSL и Neve. Сумматоры дают возможность студиям помельче получить хороший аналоговый микс за разумные деньги.

Библиографический список

1. Угрюмов Е. П. Цифровая схемотехника. СПб.: БХВ-Петербург, 2001. 528 с.

2. Жан М. Рабаи, Ананта Чандракасан, Боривож Николитч. Проектирование арифметических блоков: Сумматор // Цифровые интегральные схемы. Методология проектирования. 2-е изд. М.: Вильямс, 2007. С. 912. ISBN 0-13-090996-3.
3. Орлова, М. Н. Схемотехника: курс лекций / М. Н. Орлова, И. В. Борзых. М.: Изд. Дом МИСиС, 2016. 83 с. ISBN 978-5-87623-981-5.
4. Кравец А. В. Учебное пособие по курсу «Схемотехника аналоговых электронных устройств». Ростов-на-Дону; Таганрог: Изд-во Южного федерального университета, 2018. 184 с. ISBN 978-5-9275-2741-0.
5. Чикалов А. Н., Соколов С. В., Титов Е. В. Схемотехника телекоммуникационных устройств: учеб. пособие для вузов. М.: Гор. линия-Телеком, 2016. 322 с. ISBN 978-5-9912-0514-6.
6. Перепелкин, Д. А. Схемотехника усилительных устройств: учеб. пособие для вузов. 2-е изд., испр. и перераб. М.: Горячая линия-Телеком, 2016. 238 с. ISBN 978-5-9912-0456-9.

УДК 612.2

К. О. Рындинастудентка кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий
и промышленной безопасности**В. О. Смирнова**

кандидат технических наук – научный руководитель

**ДЫШАТЬ СВОБОДНО И ЛЕГКО. О СОСТАВЕ ВОЗДУХА
И СПОСОБАХ ЕГО УЛУЧШЕНИЯ В ЦЕЛЯХ ОЗДОРОВЛЕНИЯ**

Введение. В последние годы стала очень популярной тема здоровья. В век демократии, соблюдения прав человека, люди все чаще задумываются о продлении своей молодости, красоты, физического и душевного здоровья. В данной статье будет рассматриваться вопрос воздуха, которым мы дышим. Что мы можем сделать, чтобы улучшить его показатели. Здесь пойдет речь не о глобальных очистительных системах, скорее о знании, какой воздух нам необходим и что можно своими силами сделать для себя и близких.

Для жизни нам нужен кислород. Попадая в тело, через кровь он разносится по всему организму. С его участием совершаются сложные окислительные процессы, при которых высвобождается энергия. Также кислород попадает в ткани нашего организма. Он находится в плазме или связывается с гемоглобином [1].

От концентрации кислорода и его способности присоединяться к гемоглобину зависит работа всего организма, начиная от сердечно-сосудистой системы и заканчивая обменом веществ. Процесс плохого усваивания или нехватки кислорода по внешним причинам нередок и называется гипоксией. Она может развиться из-за неправильного образа жизни, неблагоприятной экологической обстановки или даже быть врожденной (астма). К тому же, даже сухой и холодный климат может привести к гипоксии.

Возьмем в качестве наглядного примера арктическую зону (в нашей стране 8 регионов относятся к ней). Люди, приезжающие туда на заработки, в отпуск, сталкиваются с тяжелой адаптацией. Пожилым людям еще сложнее, так как в случае длительного проживания в теплых, южных районах, они будут иметь проблемы с терморегуляцией и работой сердца. Если говорить о населении данных регионов, то у них перестраивается работа дыхательной и сердечно-сосудистой систем на получение другой концентрации кислорода, из-за чего в зрелом и пожилом возрасте нет возможности сменить регион проживания. Организм не успевает перестроиться. Однако даже те, кто живет с малых лет в северных районах, кто растет там, и с самого детства подстраивается к таким сложным условиям, не имеют гарантии отсутствия развития гипоксии у себя или плода во время беременности. В указанных регионах необходимо придерживаться определенных рекомендаций Минздрава, чтобы снизить нагрузку на организм и помочь его перестройке [2].

Посмотрев на климатическую карту нашей страны (рис. 1), мы можем увидеть, что более очевидно проблема гипоксии возможна в климате арктических пустынь и тундр, однако, пусть в меньшие степени, значительное распространение она может иметь еще и на область субарктического, континентального и резко континентального климата [3].

В умеренно континентальном климате встает проблема повышенной влажности и, соответственно, затруднения теплообмена с окружающей средой (хуже испарение), высокая вероятность перегрева тела, повышения нагрузок на сердце и кровообращение. А в области климата смешанных лесов появляется авитаминоз, резкие изменения давления (влияние на сердечно-сосудистую систему) и также повышенная влажность.

Помимо недостатка кислорода, есть еще проблема чистоты воздуха. На чистоту воздуха влияют выбросы различных газов промышленных предприятия, автомобилей. Также, помимо газов и продуктов горения, мы вдыхаем еще и примеси: пыль, различные твердые органические частицы [4].

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), ежегодно из-за загрязненного атмосферного воздуха в мире погибают около 3 млн человек, большинство – в результате ишемической болезни сердца и инсульта. Загрязненный воздух также повышает риск заболевания хронической об-

структивной болезнью легких, острыми инфекциями нижних дыхательных путей и раком легких. Ниже приведена диаграмма выбросов парниковых газов в 2019 г. на территории РФ (рис. 2)

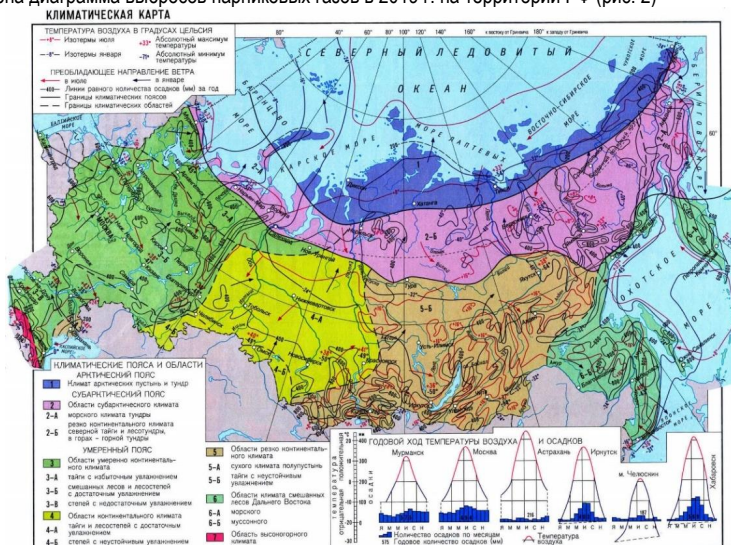


Рис. 1. Климатическая карта РФ

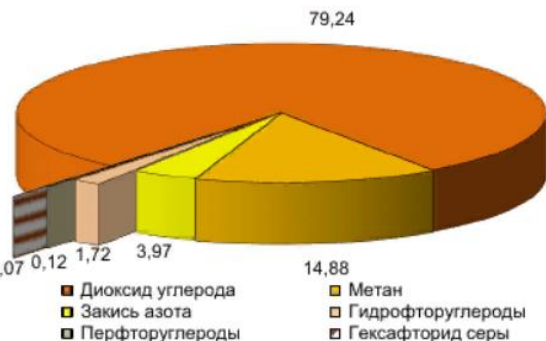


Рис. 2. Выбросы парниковых газов в 2019 г.

Большинство населения России живет в городах. На сегодняшний момент, разница в качестве воздуха крупных городов и деревень – колоссальна. Вследствие этого, у городских жителей повышается вероятность развития болезней дыхательной, сердечно-сосудистой, нервной, эндокринной и иммунной систем, а также диабета и ожирения [5].

Ниже приведены способы улучшения состояния здоровья и снижения негативного влияния.

Врачи рекомендуют выезды в горы, сосновые боры. Хотя на среднегорье воздух более разреженный, организм, напротив, больше напитывается кислородом, чем на равнине, а сосновые боры рекомендуют как лечение людям с астмой. Считается, что это самое лучшее место, чтобы свободно дышать [6].

Баня. Существуют разные бани: финские (где минимальная влажность и максимальная температура), турецкие (максимальная влажность, маленькая температура), русские (значения влажности и температуры усреднены). В зависимости от климата, в котором вы живете, выбирайте подходящую баню, потому что данный вид процедур оказывает прямое влияние на сердечно-сосудистую и дыхательную системы. К тому же стоит обратить внимание на правила посещения: сколько времени сидеть в парилке, а сколько отдыхать, чтобы не перегрузить организм и не навредить здоровью [7].

Дыхательные гимнастики. Упражнения, основанные на концентрации дыхания, у которых нет противопоказаний, помимо того, что их не рекомендуют выполнять в горах (слишком большая нагрузка на организм). Помогают для насыщения организма кислородом, при пониженном гемоглобине (опять же, кислорода мало или он плохо усваивается), при анемии и заболеваниях сердечно-сосудистой и дыхательной систем [6].

Природа. Совет кажется тривиальным, однако выезды за город, где лучше экологическая обстановка действительно улучшают и упрощают дыхание, а также дают общий оздоровительный эффект, хорошее самочувствие и настроение.

Однако не стоит забывать, что больше 90% своего времени мы находимся в помещениях. В воздухе, помимо состава, важна влажность и температура. Отопление в квартирах и домах пересушивает воздух, который затем сушит слизистые оболочки дыхательных путей. А высокая температура снижает продуктивность и работоспособность, ночью же мешает комфортному сну [8].

Ниже в табл. 1 представлены рекомендуемые и допустимые показатели влажности и температуры воздуха в помещениях, составленные специалистом экспертного отдела санитарного надзора Т. А. Макаровой [9].

Таблица 1

Рекомендуемые и допустимые показатели температуры и влажности в помещениях

Период года	Наименование помещения	Температура воздуха, °С		Относительная влажность, %	
		оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая, не более
Холодный	Жилая комната	20–22	18–24 (20–24)	45–30	60
	Жилая комната в районах с температурой наиболее холодной пятидневки – 31°С и ниже	21–23	20–24 (22–24)	45–30	60
	Кухня	19–21	18–26	не норм.	не норм.
	Туалет	19–21	18–26	не норм.	не норм.
	Ванная, совмещенный санузел	24–26	18–26	не норм.	не норм.
	Помещения для отдыха и учебных занятий	20–22	18–24	45–30	60
	Межквартирный коридор	18–20	16–22	45–30	60
	Вестибюль, лестничная клетка	16–18	14–20	не норм.	не норм.
	Кладовые	16–18	12–22	не норм.	не норм.
Теплый	Жилая комната	22–25	20–28	6–30	65

Примечание: значения в скобках относятся к домам престарелых и инвалидов

Данные показатели можно поддерживать с помощью сплит систем и увлажнителей, а измерять градусником и гигрометром (для влажности).

Результаты. Таким образом, если вы хотите помочь своей дыхательной системе и оздоровиться, необходимо улучшить вашу окружающую среду искусственным образом (поддержание температуры и влажности в помещениях, занятия спортом, дыхательной гимнастикой, периодические выезды на природу и в горы) или естественным образом (переезд в более благоприятные климатические и экологические условия), или совмещением и обоих вариантов.

Библиографический список

1. Гигиеническая характеристика физических свойств воздуха и микроклимата помещений: учеб.-метод. пособие / С. Н. Львов, И. В. Васильева, Д. А. Земляной, Е. В. Щерба. СПб: СПбГГМУ, 2018. 72 с.
2. Механизмы гипоксии в Арктической зоне Российской Федерации / О. А. Нагибович, Д. М. Уховский, А. Н. Жекалов, Н. А. Ткачук, Л. Г. Аржавкина, Е. Г. Богданова, Е. В. Мурзина, Т. М. Беликова; Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова. СПб., 2016.
3. Научно-прикладной справочник «Климат России» / ФГБУ «ВНИГМИ-МЦД». Обнинск, 2018
4. Основные показатели охраны окружающей среды статистический бюллетень: стат. сб. / Росстат. – 0-92. М., 2021. 113 с.
5. Охрана окружающей среды в России. 2020: стат. сб. / Росстат. – 0-92. М., 2020. 113 с.
6. Гипоксическая тренировка – путь к здоровью и долголетию / Ю. Буланов. М.: ИД «Тверская жизнь», 1993.
7. Баня и сауна для здоровья и красоты / В. Соловьева. М.: ИД ОЛМА Медиа Групп, 2013.
8. Гигиеническая оценка микроклимата: учеб. пособие / Р. С. Мануева; ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России, Кафедра общей гигиены. Иркутск: ИГМУ, 2020. 68 с.
9. СанПиН 2.2.4.548-96. 2.2.4. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы (утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 01.10.1996 № 21).
10. Ануфриева А. Ф., Загайнова М. С., Ивлева Т. П. [и др.] Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории РФ / ФГБУ «ГГО» им. А. И. Воейкова. СПб., 2019.

УДК 629.735.33

П. А. Сергеевастудент кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий
и промышленной безопасности**К. В. Епифанцев**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

ПЕРСПЕКТИВЫ СТАНДАРТА TPM ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВОМ

Программа TPM применяется на различных европейских предприятиях. TPM (Total Productive Management – всеобщее управление производством) – это программа, нацеленная на искоренение всех потерь на всех этапах производства, через активное участие всех сотрудников. На производстве всегда есть потери – это «сокровища», спрятанные на предприятии (рис. 1), которые мы должны найти и которыми должны воспользоваться. Именно поэтому в Японии после окончания Второй мировой войны была основана программа TPM. На тот момент в стране был дефицит ресурсов, страна была разрушена, нельзя было допускать каких-либо потерь, а единственный ресурс, которым обладала Япония – люди готовые работать [1].

В настоящее время более 700 компаний в мире применяют TPM. Структура программы выглядит следующим образом: 7 колон-групп, отвечают за различные подразделения, их целью является развитие заданного направления по определенному маршруту для достижения поставленных задач на предприятии. Эти колонны имеют названия:

SHE. Охрана труда, здоровья и окружающей среды. В данном направлении выполняются задачи по сокращению рисков травмирования, работы по развитию культуры безопасного поведения работников, а также поддержание защиты окружающей среды.

AM. Автономное управление. Направление в развитии системы ежедневного контроля производства, передача задач по обслуживанию оборудования оператору, отслеживание развития процессов немедленного определения и устранения аномалий.

PM. Плановое обслуживание. Задача колонны заключается в устранении незапланированных остановок оборудования, развитие эффективной системы планового технического обслуживания оборудования.

PQ. Прогрессивное Качество. Задачи колонны заключаются в снижении дефектов, создании эффективной системы управления качеством, развитии системы контроля параметров оборудования, эффективное сокращение потерь на производстве.

LOG. Логистика. Данное направление отвечает за улучшение качества обслуживания клиентов, сокращает логистические затраты, работает над постоянным улучшением процесса планирования и постановки задач. Неотъемлемой частью является стандартизация складирования готовой продукции, сырья и материалов.

FI. Целевое Улучшение. Колонна отвечает за анализ потерь с точки зрения финансов, борьбу с потерями производительности оборудования, оптимизацию рабочего времени и загруженности работников, работу по экономии энергоресурсов.

PD. Обучение и Развитие. Сотрудникам необходимо постоянно развиваться в соответствии с целями компании. Колонна отвечает за создание и развитие системы оценки компетенций, а также за развитие системы адаптации и мотивации новых сотрудников к модернизации рабочего процесса.

В начале названий колон мы видим классификацию [1, 2]. Она нужна для быстрого определения, какая колонна будет контролировать решение проблемы:

- Материал PQ;
- Машина PM, AM, FI;
- Метод PQ, FI, PM, AM;
- Человек PD.

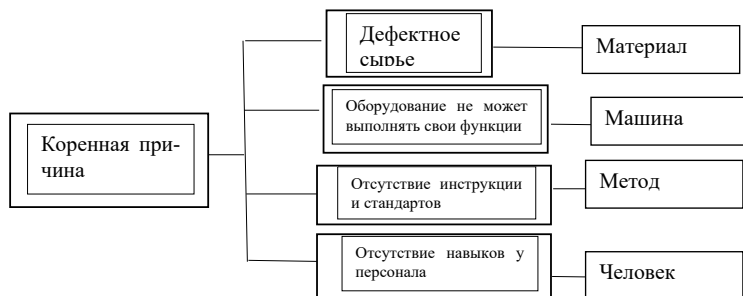


Рис. 1. Классификация 4М

TPM программа опирается на принцип Zero Loss (ноль потерь) – потеря, которая была устранена в 0 и не появлялась минимум 6 месяцев. Рока юке (защита от ошибок) – предотвращение ошибок, благодаря которому работу можно сделать только одним правильным способом, и ошибка может не появиться. Для устранения ошибок на производстве у каждого отдела и каждой команды внутри этого отдела имеются доски анализа проделанной работы [4, 5]. При ежедневном контроле на доску вносятся дополнительный индикатор для МТВА по конкретной проблеме. Около каждой пометки пишется комментарий – это делается для того, чтобы участники команды имели полное представление о том, какие проблемы происходят, с какой регулярностью и как их устранять в дальнейшем [3]. МТВА – неплановые вмешательства и нужно рассчитать время, которое затрачивается на решение проблемы:

$$MTVA = \frac{\text{Время сбора данных}}{\text{Количество внеплановых вмешательств}}$$

МТВА – главный инструмент в борьбе с короткими остановками. Короткие остановки влияют на:

- Безопасность.
- Качество выпускаемой продукции.
- Производительность.
- Загруженность оператора.

TPM необходим на современном производстве, Японская структура работы на предприятии помогает решить задачи и минимизировать затраты, модернизировать производство и помочь работникам с легкостью преодолевать трудности при работе. На многих предприятиях в России еще не введен данный принцип работы, что замедляет рост как экономический, так и качественный [6].

Библиографический список

1. Дубов Е. А., Фролов Е. М., Дубовая Д. С. Внедрение методов бережливого производства TPM / Известия Волгоградского государственного технического университета. 2020. № 1 (236). С. 10–13.
2. ГОСТ Р 56404-2015 Бережливое производство. Требования к системам менеджмента.
3. ГОСТ Р 56406-2015 Бережливое производство. Аудит. Вопросы для оценки системы менеджмента.
4. Такеда Х. Синхронизированное производство // Пер. с англ. М.: ИКСИ, 2008, 288 с.
5. ISO 15171:2002 Guidelines for establishing and implementing 5S concept.
6. Вумек Д. Бережливое производство: как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / Джеймс Вумек, Дэниел Джонс; пер. с англ. 12-е изд. М.: Альпина Паблишер, 2018. 472 с. ISBN 978-5-9614-6829-8.

УДК 639.1.055

Е. А. Сидоренко

студентка кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий и промышленной безопасности

В. О. Смирнова

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

ОХОТА КАК ФАКТОР ВЛИЯНИЯ НА ЭКОСИСТЕМЫ

Охота в исторической ретроспективе, как основной источник ресурсов для поддержания жизни человека, не наносила значимого ущерба состоянию экосистем, осуществляясь в балансе с естественной регуляцией популяций. Широко известные случаи уничтожения видов, таких как фолклендская лисица, квага или странствующий голубь, связаны с колонизацией новых территорий и быстрым развитием оружейной отрасли, а не традиционной охотой. В современном обществе только относительно небольшой процент населения нуждается в охоте как в источнике пропитания. В настоящее время во всем мире, в том числе и в России, пересматривается отношение к охоте на законодательном уровне. Актуальным является формирование в обществе такого отношения к охоте, которое будет направлено на приоритетность поддержания и развития охраны природы.

Зачастую образ человека, занимающегося добычей животных, обозначается конкретным общим словом – «охотник» как в общественном сознании, так и в средствах массовой информации, что в корне неверно. Следует четко разграничивать понятия «охота» и «браконьерство». С правовой точки зрения охота – это, согласно пункту 5 статьи 1 Федерального закона от 24 июля 2009 г. № 209-ФЗ «Об охоте и о сохранении охотничьих ресурсов, и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», поиск, отслеживание, преследование охотничьих ресурсов, их добыча, первичная переработка и транспортировка [1]. Тогда как браконьерство (незаконная охота) – это охота с нарушением требований законодательства об охоте, в том числе охота без соответствующего разрешения на добычу охотничьих ресурсов, вне отведенных мест, вне сроков осуществления охоты и другое [2]. То есть фактически охота является более широким, обобщающим понятием, а браконьерство – его составной частью.

В то же время с экологической точки зрения эти понятия принципиально отличаются. Браконьерство осуществляется без учета наносимого экосистеме ущерба в обход законодательных норм, причиняет серьезный ущерб охране природы и ресурсам промысловых животных, подрывает их воспроизводство, снижает экономический потенциал охотничьего хозяйства, нарушает пищевые цепочки и в конце концов может привести к полному уничтожению того или иного вида. Эта общемировая проблема и на глобальном уровне осуществляется укрепление сотрудничества между странами в рамках международных соглашений, а также разработка эффективных механизмов ликвидации незаконного спроса на запрещенные продукты дикой природы. Кроме того, что незаконная охота наносит неизгладимый вред экологическим ресурсам, она также является опасной и для жизни самого браконьера, так как часто они охотятся, не соблюдая технику безопасности, как следствие бывают человеческие жертвы.

При этом браконьерство разделяется на виды, ответственность за которые в правовом поле не разделяется, однако экологические последствия разные. Например, незаконная промысловая охота местным населением в сельской местности, вызванная нуждой и сложностью получения лицензий, ввиду удаленности от мест оформления или коррупционной составляющей оформления, хоть безусловно и наносит вред экосистемам из-за отсутствия учета и включения в лимиты, однако не такой значительный, так как осуществляется обычно на виды животных с большой численностью популяции, с соблюдением охотничьих традиций, например соблюдения сроков охоты и людьми, напрямую заинтересованными в сохранении численности популяций в конкретном месте.

Куда больший вред наносит браконьерство с целью продажи или получения редких видов, запрещенных для добычи. Такие браконьеры, как правило, хорошо экипированы современным оружием и транспортом, а масштаб их деятельности такой, что на практике превышает законную добычу животных. Ущерб, причиняемый браконьерством может проявляться не сразу, а спустя многие годы. Пример-

ром тому может служить дефаунизация (популяция хищников и травоядных снижается, что приводит к исчезновению растительности экосистем) существенно нарушающая экологический баланс. Из-за браконьерства страдает туристическая деятельность, оно может привести к росту чрезвычайных ситуаций, вызывать вспышки различных заболеваний и эпидемий [3].

Ущерб, наносимый экосистемам браконьерством, является очевидным и не может оспариваться, в то время как вред законной охоты вызывает дискуссии, в том числе и в научном сообществе. Далее в статье речь пойдет именно о легальной охоте. Любое вмешательство в природу, практически вся антропогенная деятельность, приводит к потере устойчивости экосистем, в том числе и охота. Однако на данном этапе развития человечества деятельность людей затрагивает всю окружающую среду, что вызывает необходимость не только снижения негативных воздействий, но и проведения мероприятий, направленных на охрану и восстановление природы и ее ресурсов, компенсацию причиненного ущерба. Такой же курс отражен в основных принципах охраны окружающей среды в ФЗ «Об охране окружающей среды». Расходы на охрану окружающей среды ежегодно составляют внушительную сумму, которая, однако, является незначительной по отношению к ВВП. Так, расходы в 2020 г. составили рекордные 9670 млрд рублей, но общие затраты составляют только 0,9% от ВВП [4] – примерно вдвое меньше, чем в странах Евросоюза и США. Из этих средств часть выделяется на проведение мероприятий по сохранению биоразнообразия и охране природных территорий.

Частично средства для природоохранных мероприятий восполняются в результате охотничьей деятельности. Охота на территории России осуществляется в охотничьих угодьях, в границы которых включаются земли, правовой режим которых допускает осуществление видов деятельности в сфере охотничьего хозяйства. Охотничьи угодья подразделяются на закрепленные, которые используются юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями (охотопользователи) и общедоступные, в которых физические лица имеют право свободно пребывать в целях охоты. В охотничьих угодьях проводятся биотехнические мероприятия – направленное влияние на природные комплексы с целью улучшения условий существования диких животных, снижение влияния на них хозяйственной деятельности человека, например, подкормка животных, сооружение галечников, кормовые, защитные посевы и посадки в охотничьих угодьях, биотехнические рубки и другие. Биотехнические мероприятия и защита закрепленных угодий осуществляется охотопользователями, общедоступных – государством.

Охотник платит пошлину для получения разрешения на любую охоту, и вдобавок сбор на каждую единицу при добыче охотничьих ресурсов из определенного перечня. Эти средства направляются на охрану окружающей среды. Выдача разрешений на охоту в общедоступных угодьях осуществляется в рамках заранее определенных лимитов, а путевок на охоту в закрепленных угодьях – по специальным квотам. При исчислении лимита добычи охотничьих ресурсов учитываются их численность, размещение в среде обитания, динамика состояния и другие данные государственного мониторинга охотничьих ресурсов и среды их обитания, документированная информация государственного охотхозяйственного реестра, данные федерального государственного статистического наблюдения в области охоты и сохранения охотничьих ресурсов. Добыча ресурсов, в отношении которых не утверждается лимит, осуществляется в соответствии с нормативами и нормами в области охоты и сохранения охотничьих ресурсов. По окончании охотничьего сезона охотник отчитывается о количестве и признаках некоторых добытых животных, участвуя в их учете. Многие охотники состоят в охотничьих организациях и платят членские взносы, также идущие на природоохранные мероприятия. Таким образом, охотники принимают непосредственное участие в финансировании, мониторинге, сохранении и воспроизведении популяций диких животных, контролируют численность инвазивных и хищных животных, что позволяет сохранять другие виды диких животных. Охотники как сообщество должны быть заинтересованы в сохранении природных ресурсов в долгосрочной перспективе.

Анализ государственных докладов «О состоянии и об охране окружающей среды российской федерации» за 2017–2020 гг. и данных Росстата показал, что несмотря на то, что среди многих видов охотничьих животных наблюдается тенденция к увеличению численности, темпы прироста диких копытных составляют всего 1–4% в год, что не соответствует их биологической продуктивности. Экологическая емкость охотничьих угодий для многих видов имеет значительный потенциал, т. е. фактическая численность животных может быть значительно выше существующей. Относительно низкие темпы роста наиболее экономически ценных охотничьих ресурсов, в первую очередь диких копытных, согласно

официальным данным [5], обусловлены значительным уровнем браконьерства и высокой численностью волков, которая в настоящее время является самой высокой за всю историю наблюдений. Так как именно охота на диких копытных, например лося и оленя, является главным стимулом ведения охотничьего хозяйства для большинства охотопользователей и для многих охотничьих хозяйств их наличие – основа хозяйственного и экономического благополучия, то с целью увеличения запаса и добычи копытных сокращается численность волков, для которых копытные являются одним из основных источников питания.

Некоторыми источниками [6] считается оправданным и необходимым в целях быстрого увеличения численности копытных значительно сокращать численность волка охотой на него, однако такой подход является достаточно спорным. Волки наносят ущерб в основном хозяйственной деятельности, а не состоянию лесной экосистемы, поэтому их чрезмерное уничтожение будет нарушать баланс и состояние популяций других животных, в долгосрочной перспективе ухудшая ситуацию. Кроме того, даже с практической точки зрения, это сложно выполнимо вследствие особенностей охоты на волка – она достаточно сложна, затратна, требует большого количества знаний и навыков и не приносит охотнику особой выгоды. В некоторых регионах назначается материальная награда или иные виды поощрения за добычу волка, что облегчает регулирование его численности, что в последние годы необходимо из-за участившихся случаев нападения на людей и скот.

Однако было обнаружено [7], что сокращение поголовья волка на территориях, условно близких к человеческим жилищам, т. е. как раз на территориях, где наибольшим образом ощущается вредное воздействие хищников, замещается ростом числа одичавших и бродячих собак и может стать причиной появления волко-собачьих гибридов. Отстрел волка на таких территориях приводит к тому, что его экологическую нишу заменяют бродячие и одичавшие собаки, чья добыча может даже превышать совокупную добычу других хищников – медведя, рыси, россомахи. При благополучии популяций волка собаки для него являются желанной добычей, эти виды конкурируют, однако при низкой численности волка, нарушенной структуре популяции и распаде волчьих стай, в периоды размножения возможны контакты и гибридизация волков и собак. Гибриды успешно охотятся на диких и домашних животных, негативно относятся к собакам и человеку. Присутствие собачьей крови меняет многие элементы поведения волка. Волки – звери территориальные, семейные, волко-собачьи гибриды другие – они ходят на свалки, у них совершенно другое отношение друг к другу, к жертвам, к людям. У гибридов более низкий уровень антропобии, они могут совершенно не бояться человека, могут близко к нему подойти и напасть. У таких животных гипертрофированная форма поведения. Скрещивание волков и собак в естественной среде обитания хищников может привести к вытеснению популяций волков с мест их обитания и скажется на разрушении генетической идентичности. Физически гибридов достаточно сложно отличить от волков, что затрудняет определение их численности и того, каким именно животным был нанесен вред. При этом на данный момент отсутствует какой-либо аппарат борьбы с гибридами, их не охватывают поощрения за добычу волка, а мониторинг сложноосуществим.

Таким образом, отстрел поголовья того или иного вида, на первый взгляд оправданный, должен предваряться тщательным анализом как ситуации в настоящий момент, так и возможных последствий. Иногда такие меры оправданы, например, выдвигается предположение [8] о необходимости сделать охоту на медведя более доступной. Так, в 2004 г. численность медведей в России составляла 152 тыс. особей, в 2011 г. – 181 тыс., а в 2020 г. – 286 тыс. [9]. Во многих регионах численность медведей превышает нормативную, например, в Иркутской области в 2,5 раза. Это вызвано уменьшением площадей обитания животных и непопулярностью охоты на них. Последнее объясняется причинами, сходными со случаем охоты на волка – высокая стоимость лицензии, труднодоступность таежных угодий, уменьшение сроков охоты, отсутствие спроса на шкуры, жир, мясо (в большинстве случаев зараженное трихинеллезом), сложность, риски и затратность охоты. Для каждого вида есть определенный предел плотности населения, даже в условиях пищевого комфорта. Даже при обилии корма животные становятся агрессивными при предельно высокой плотности, страдают от болезней, стрессов и так далее, это приводит к торможению интенсивности размножения и в результате физиологические и прочие факторы «социального давления», возникающие внутри популяции на основе агрегационных реакций, с возрастанием численности животных оказывают угнетающее влияние.

К тому же в последние годы на фоне упадка промысловой охоты на медведя развивается трофейная, т. е. выборочная охота на наиболее примечательных представителей вида. Такие охотники заинтересованы в добыче самых здоровых, крупных, сильных особей, а изъятие лучшего генома приводит к упадку популяции. То есть в случае с медведями это приводит к тому, что происходит изъятие крупных самцов, являющихся естественными регуляторами численности, потому что среди медведей развит каннибализм, и это единственный естественный механизм регулирования их численности.

Таким образом, необоснованная «забота» об отдельно взятом виде, особенно хищнике, без учета его роли и места в экосистеме, биологии и экологии, равно как и необдуманное преследование, приводят к нежелательным последствиям для этого вида, экосистемы и человека в конечном итоге.

Наиболее ярко данный вывод иллюстрируется примером Йеллоустонского национального парка. Один из основополагающих экологических законов, сформулированных в 1966 г. американским экологом Барри Коммонером, звучит как «Природа знает лучше» и основан на том, что существующие в современном мире организмы и комбинации – результат долгого процесса эволюции и естественного отбора. Существующие экосистемы устойчивы, и активные преобразования человеком экологической среды, биогеоценозов, а также истребление растений и животных может привести к необратимым последствиям. Также в закон вписывается и обратное предположение о том, что природа способна к саморегулированию и устранению последствий антропогенного вмешательства. В пользу данного утверждения обычно и приводится пример Йеллоустонского национального парка. В 1800-х гг. в процессе континентальной экспансии Соединенных Штатов Америки на запад, поселенцы и их скот вступили в контакт с местными видами хищников и их жертв. С развитием сельского хозяйства большая часть кормовой базы волков была уничтожена, что привело к нападениям хищников на домашний скот. Этот факт, а также отсутствие должной охотничьей культуры колонизаторов и осознания взаимосвязи видов привели к уничтожению волков с большей части их исторического ареала в США.

При этом стоит отметить, что и коренные жители континента на протяжении многих сотен лет промышляли охотой, в том числе и на волка, более того, охота была главным источником пропитания индейцев, и именно она в значительной мере определяла расположение лагерей и поселений, культурные, религиозные обычаи, племенную иерархию и другие аспекты жизни [10]. При этом преемственность охотничьих традиций и, что вытекает из этого, глубокое интуитивное понимание природы позволяло сохранить экологический баланс, не соблюденный в ситуации с Йеллоустонским заповедником.

Когда парк был основан в 1872 г., волки еще обитали на его территории, но на них велась охота, усугубленная тем, что руководство парка посчитало, что волки представляют угрозу для копытных, и приняло решение об отстреле хищников, к началу XX в. последняя стая волков была истреблена. Однако это привело к тому, что копытные животные, такие как лоси и благородные олени, чрезмерно расплодились, участились случаи их болезней, а также они стали изменять фауну парка, поедая молодые побеги, вытаптывая кустарники и траву, что приводило к эрозии почвы, а сократившееся количество ягодных кустарников – к падению численности птиц и медведей гризли [11].

Началом улучшения ситуации стал принятый в 1973 г. под давлением общественности Закон об исчезающих видах, к которым причислили волка и других находящихся под угрозой животных, например, белоголового орлана и медведя гризли. План восстановления волков предполагал реинтродукцию волков в Йеллоустон и некоторые другие территории. В 1995 г. в парк было выпущено 14 волков, на сегодняшний момент их больше сотни. Восстановление популяции волков привело к увеличению биоразнообразия и началу возвращения первоначального ландшафта. Так, не только снизилась численность копытных, но и изменилось их поведение – лоси и олени перестали пастись в долинах и ущельях, а стали притрагиваться к таким местам, откуда легко было заметить приближение хищников [12]. Растительность стала восстанавливаться, хотя современные исследования утверждают, что влияние реинтродукции волка на высоту деревьев и густоту зарослей ивы, тополя и другой растительности было в какой-то степени преувеличено несовершенством методологии изучения, этот факт признается всеми исследователями [13]. Растения укрепили почву вдоль берегов, эрозия снизилась. В парке вновь появились бобры, которые подняли уровень рек и создали естественную для местной природы среду обитания: ее заняли выдры, ондатры, утки. Также из-за конкуренции сократилась популяция койотов, что привело к увеличению популяции лис. Таким образом, за довольно короткое время реинтродукция

волков позволила запуститься процессу саморегулирования экосистемы. На данный момент пример Йеллоустонского национального парка демонстрирует, к чему может привести неконтролируемая охота, а также важность своевременных внесенных изменений в законодательство, его четкое соблюдение.

В настоящее время в том числе в России частью охотничьего сообщества трофейная охота, осуществляемая иностранцами на территории развивающихся стран, преподносится как единственно возможный фактор сохранения и преумножения популяций редких видов животных, там обитающих [14]. Существует много исследований, подтверждающих рост численности животных в таких странах после разрешения трофейной охоты. Это происходит за счет вложения охотниками больших сумм, используемых для улучшения условий обитания животных, расширения областей, пригодных для их обитания и для охраны, в том числе от браконьеров. В странах, не выделяющих финансирование на охрану природы, действующим именно вложения средств от организации охоты являются фактором, ограничивающим браконьерство и уничтожение видов животных. Однако зачастую общественные деятели, лоббирующие интересы охотничьего сообщества, преподносят трофейную охоту как единственный путь развития охраны видов в некоторых странах, чем всецело оправдывают охоту даже на редкие и исчезающие виды. Возможно это и является оправданным как промежуточный этап, но при этом следует устранить дискредитацию альтернативных вариантов развития. Например, в долгосрочной перспективе развитие туристической отрасли и фототуризма более оправдано в том числе с экологической точки зрения, хоть и требует больших вложений на начальном этапе [15]

Таким образом, в современном мире существование популяций связано с осуществлением хозяйственной деятельности человека. Не представляется возможным рассмотрение влияние на отдельные виды в отрыве от влияния на экосистемы регионов в целом. Процесс саморегуляции природы в полной мере не осуществим, так как влияние антропогенной составляющей очень значительно. Охота из фактора выживания перешла, с одной стороны, в разряд развлечений спорного этического характера, а с другой – является одним из важных инструментов регулирования состояния экосистем. И если разговор о трофейной охоте в большой мере ведется в плоскости социально-этической, о ней представляется возможным говорить, как о неком пережитке прошлого, временно полезном в качестве источника финансирования охраны природы развивающихся стран, то другие виды охоты во многом полезны как человеку, так и экосистемам. Безусловно государство с помощью законодательства должно регулировать данную отрасль в интересах защиты природы. Неукоснительное соблюдение законодательства и борьба с незаконной охотой позволяют минимизировать ущерб, наносимый природе деятельностью человека. Также государство должно поддерживать проведение научных исследований в этой области и оперативно реагировать на изменения ситуации, так как долгосрочное прогнозирование изменений в экосистеме затруднено ввиду множества сложнучитываемых факторов.

Библиографический список

1. Об охоте и о сохранении охотничьих ресурсов, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 24.07.2009 № 209-ФЗ (последняя редакция) / СПС КонсультантПлюс. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_89923 (дата обращения: 12.04.2022).
2. О применении судами законодательства об ответственности за нарушения в области охраны окружающей среды и природопользования: Постановление Пленума Верховного Суда РФ от 18.10.2012 № 21 (последняя редакция) / СПС КонсультантПлюс. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_136950.
3. Балашов А. Н. Браконьерство как экологическое преступление: вопросы теории и практики / А. Н. Балашов // Закон и общество: история, проблемы, перспективы: Материалы XXV Межвузовской научно-практической конференции студентов и аспирантов, Красноярск, 22–23 апреля 2021 года. Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2021. С. 126–128.
4. Расходы на охрану окружающей среды: Росстат. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (дата обращения: 12.04.2022).
5. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды российской федерации за 2017». Москва: Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, 2018.

6. Неганов В. Г. [и др.] Волк, контроль и регулирование его численности на Урале // Современные проблемы охотоведения. 2020. С. 201–206.
7. Суворов А. П., Деревягина Д. А. Хищничество как лимитирующий фактор численности копытных на особо охраняемых природных территориях // Современные проблемы охотоведения. 2020. С. 209–214.
8. Янкус Г. А. Медведь (*Ursus Arctos*) в экосистемах Северного Прибайкалья // Современные проблемы охотоведения. 2020. С. 244–249.
9. Численность основных видов охотничьих ресурсов по Российской Федерации: Росстат – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (дата обращения: 12.04.2022).
10. Уайт Д. Индейцы Северной Америки / Пер. С. Меркулова. М.: Центрполиграф, 2007. 251 с.
11. Yellowstone Resources and Issues Handbook, 2021.
12. Yellowstone Wolves: Science and Discovery in the World's First National Park, edited by Douglas W. Smith, Daniel R. Stahler, and Daniel R. MacNulty, published by the University of Chicago Press in December 2020. 339 p.
13. Elaine M. Brice, Eric J. Larsen, Daniel R. MacNulty, Sampling bias exaggerates a textbook example of a trophic cascade, *Ecology Letters*, Wiley Online Library. 10.1111/ele.13915, 25, 1. 177–188, 2021.
14. Ребенок и ванна с водой: трофейная охота, сохранение природы и сельские домохозяйства / Р. Куни, К. Фриз, Х. Дублин [и др.] // Гуманитарные аспекты охоты и охотничьего хозяйства. 2019. № 9 (21). С. 55–89.
15. Naidoo R., Weaver L. C., Diggle R. W., Matongo G., Stuart-Hill G., Thouless C. Complementary benefits of tourism and hunting to communal conservancies in Namibia. *Conservation Biology*. 30 (3). 2016. 628–638.

УДК 316.346.2-055.2

В. М. Степаненкостудентка кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий
и промышленной безопасности**В. О. Смирнова**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

УСТРАНЕНИЕ ГЕНДЕРНОГО НЕРАВЕНСТВА КАК ШАГ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Обеспечение гендерного равенства и расширение прав и возможностей всех женщин является целью №5 ООН в области устойчивого развития. Гендерное равенство – это одно из основных прав человека, которое необходимо для благополучия и развития общества. Даже сейчас повсюду сохраняется и процветает гендерное неравенство в различных аспектах жизни, которые приводят к застою в социальном прогрессе.

В некоторых странах до сих пор не предоставляется свободный доступ к здравоохранению и достаточному питанию, а также распространены детские браки, жертвами которых девочки становятся намного чаще, чем мальчики. По всему миру ежегодно выдается замуж почти 15 млн девочек младше 18 лет, т. е. 37 тыс. девочек ежедневно [1]. Из-за ранних замужеств также страдает образование девочек. В странах Африки, Океании и Западной Азии девочки до сих пор сталкиваются с трудностями при поступлении в начальную и среднюю школы. Отсюда можно сделать вывод, что в настоящий момент около трети стран мира еще не достигли равенства в сфере образования.

При обеспечении всем девочкам и женщинам доступа к образованию и планированию семьи, они получают возможность занимать руководящие должности, получать более высокую заработную плату, становятся более независимыми [2]. Но даже при сегодняшней обстановке в мире существует жесткая трудовая дискриминация женщин. Проявляется она при найме на работу, определении уровня заработной платы, в разделении на «мужские» и «женские» профессии и так далее. Например, в России до сих пор существует список запрещенных профессий для женщин [3]. Работодатель зачастую действует на основании гендерных стереотипов [4], которые в нашей стране отводят мужчине роль «кормильца семьи», а женщине «хранительницы домашнего очага», и поэтому скорее предоставит более высокую должность мужчине [5]. Хотя расширение прав и возможностей женщин на рынке труда влияет на ускорение экономического роста, социального развития и увеличило бы темпы развития в большинстве стран.

Гендерное равенство – важнейшая недостающая часть решения проблемы изменения климата. Потому что женщины начинают все больше заботиться о своем репродуктивном здоровье, меньше рожают, но более здоровых детей, что, следовательно, замедляет рост населения. Феминизм и экология связаны с гендерной социализацией: девочек учат заботиться об окружающих и ухаживать за природой. Поэтому женщины больше знают об экологических проблемах. А от количества женщин в политике и бизнесе напрямую зависит соблюдение климатических и экологических норм. Все эти законы исполняются жестче и качественнее. Исследование [6] показало, что чем больше женщин в парламенте, тем страна более ответственно относится к климатическому кризису.

В основном, когда мы начинаем говорить о гендерном неравенстве, речь идет о женщинах. Но гендерное неравенство отражается и на мужчинах. Несмотря на то, как мужчины восхваляют патриархат, они сами не замечают, что являются для него расходным материалом. И тогда уже не кажется, что мужчины чересчур привилегированные. В России мужчины призываются в обязательном порядке в армию и по умолчанию считаются кормильцами семьи. Когда мы начинаем бороться за то, чтобы мужчины брали декретные отпуска, могли заниматься домашними делами и детьми, мы забываем, каким мужчиной будет казаться обществу. Все это делает мужчин более уязвимыми, социально зависимыми и вынуждает к сверхответственности. Чтобы устранить гендерное неравенство, нам всем нужно бороться против традиционных патриархальных ценностей. Поэтому важно установить финансовое равенство и равноправные отношения, в которых женщины освобождаются от семейного рабства, а мужчины от

непосильных обязательств. Это будет большим шагом к развитию, ведь каждый сможет быть свободным и заниматься тем, что у них получается, а это приведет к появлению новых специалистов.

О какой бы стране мы не говорили гендерное равенство – это основное право человека. Устранение гендерного неравенства способствует улучшению всех аспектов существования здорового общества. Например, снижению уровня бедности, укреплению системы здравоохранения, доступности образования, а также защите и благополучию детей.

Важно помнить, что женщины 100 лет назад боролись за те права, которые у нас есть сегодня. Это значит, что сейчас мы должны стараться и бороться за будущее следующих поколений женщин и девочек.

Библиографический список

1. Гендерное равенство: почему это важно // Цели в области устойчивого развития. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/gender-equality/> (дата обращения: 08.02.2022).
2. Тагаров Б. Ж. Экономические причины гендерного неравенства на рынке труда // Экономика труда. 2020. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskie-prichiny-gendernogo-neravenstva-na-rynke-truda> (дата обращения: 08.02.2022).
3. Статья 253 Трудового кодекса Российской Федерации (Собрание законодательства Российской Федерации, 2002, № 1, ст. 3; 2006, № 27, ст. 2878; 2013, № 52, ст. 6986) и подпунктом 5.2.22 Положения о Министерстве труда и социальной защиты Российской Федерации, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 19 июня 2012 г. № 610 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2012, № 26, ст. 3528; 2019, № 5, ст. 408).
4. Гуриева С. Д., Гунделах О. Е. Гендерные различия в восприятии гендерных барьеров в организации // Герценовские чтения: психологические исследования в образовании. 2021. № 4. С. 202–208. DOI 10.33910/herzenpsyconf-2021-4-24.
5. Шереметьева Д. В. Гендерное неравенство на российском рынке труда // Молодой исследователь: от идеи к проекту: материалы V студенческой научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 26–30 апреля 2021 г. Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2021. С. 365–367.
6. Countries with more female politicians pass more ambitious climate policies, study suggests. Yale Climate Connections. URL: <https://yaleclimateconnections.org/2019/09/countries-with-more-female-politicians-pass-more-ambitious-climate-policies-study-suggests> (дата обращения: 08.02.2022).

УДК

Д. В. Губина

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

С. А. Назаревич

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ ВОСТРЕБОВАННОСТИ ИДЕИ ВНЕДРЕНИЯ ДВУМЕРНЫХ ШТРИХ-КОДОВ В ОХРАННО-ПРОПУСКНУЮ СИСТЕМУ УНИВЕРСИТЕТА

Аннотация. В данной статье рассматривается одно из возможных решений проблемы организации пропускного пункта. Подходы, изложенные в данной работе, описывают преимущества и недостатки проходного пункта с применением QR-кодов и шифрования.

Ключевые слова: цифровизация, пластиковая карта, пропуск, турникет, турникетно-пропускная система, QR-код, штрих-код.

Потребительские предпочтения сформировали запрос на использование технологии повсеместно. Сеть компаний, предоставляющих услуги в области консалтинга и аудита, PricewaterhouseCoopers ежегодно проводит глобальное исследование потребительского поведения. Например, по данным на 2019 г., всего за два года спрос на цифровой способ покупок вырос на 43%, а использование мобильных платежей – на 18%. Чем больше удобств привносит в нашу жизнь новшество, тем быстрее оно начинает использоваться в массах и становится популярным. Процентная доля респондентов, совершающих онлайн-покупки в 2018 г. (рис. 1) [1].

Процентная доля респондентов, совершающих онлайн-покупки, возрастные группы, 2018



Рис. 1. Процентная доля респондентов, совершающих онлайн-покупки (2018 г.)

Внедрение современных цифровых технологий приводит к повышению качества жизни, увеличению эффективности производства и управления за счет автоматизации и оптимизации. В последнее время цифровизация входит во все сферы жизни.

По данным докладчика С. П. Земцова [1] вероятность автоматизации профессий, связанных с охраной, составляет 84%. На многих предприятиях и в большинстве учебных учреждений особой популярностью пользуется пропускная система «пластиковая карта – турникет» (рис. 2). По словам руководителя службы технической поддержки «дормакаба Евразия», Николая Спирина, это самый распространенный вариант. Принцип работы установки следующий: в качестве физической преграды выступают турникеты со считывателями (сканер или проксимити-идентификатор), приложив пластиковую карту-пропуск к нему, пользователь передает команду машине на открытие прохода. Несмотря на то, что данная система имеет широкое применение, у нее есть ряд недостатков. Пластиковая карта-пропуск может размагнититься или сломаться, ее легко потерять или забыть дома. Технологическая

трансформация пропускной установки университета приведет к более комфортному пользованию охранной системой [2].



Рис. 2. Спрос на цифровой и физический опыт покупок

На данный момент по статистике холдинга РБК, 30% рабочих мест с большой вероятностью будет автоматизировано к середине 2030-х гг., а также 77% работников будут вынуждены в ближайшее время приобрести новые навыки или полностью переквалифицироваться в связи с роботизацией (рис. 3).

Вероятность автоматизации наиболее массовых профессий в России



Источники: доклад С.П.Земцова (РАНХиГС) «Потенциальная роботизация и экономика незнания в регионах России» © РБК, 2018

Рис. 3. Вероятность автоматизации наиболее массовых профессий в России. Источник: доклад С. П. Земцова (РАНХиГС) «Потенциальная роботизация и экономика незнания в регионах России» [3]

Матричные штрих-коды играют роль связующего звена между осязаемым миром и цифровым пространством. Двумерные штрих-коды имеют множество преимуществ перед пластиковыми носителями. QR-коды вмещают в себя большое количество информации – могут сохранять до 2953 байт, в то время как proximity карты (пластиковая бесконтактная программируемая карта с «прошитым» заводским индивидуальным кодом), которые используются в качестве пропусков наиболее часто, могут содержать не более 64 байт информации. Двумерные штрих-коды удобны для распознавания, так как имеют полосы синхронизации, чтобы код можно было считать даже на неровной поверхности, а также блоки исправления ошибок Рида – Соломона (представляют собой специальную группу битов, являющихся элементами кодового вектора), которые располагаются по краям. Таким образом, даже при повреждении 30% поверхности кода, сканер считывает его правильно.

Пластиковый носитель подвержен различного вида поломкам, а также может утрачивать свои магнитные способности, что приводит к потере его основной функции. Цифровые пропуска, в отличие от карточек, изготовленных из хрупкого пластика, долговечны.

Из-за переизбытка информации в современном мире мы можем быть рассеяны и забывать важные дела, даты и вещи. В случае отсутствия пластиковой карты или студенческого билета возможности пройти через охранно-пропускную систему нет. В 2018 г. бренд компании Huawei – Honor, выпустил исследование о количестве номофобов в России. Номофобия (nomobile-phonophobia) – боязнь остаться без мобильного телефона или вдалеке от него (рис. 4). В опросе приняли участие 1000 жителей городов-миллионников от 18 до 44 лет. Больше половины опрошенных берут с собой смартфон везде. Это позволяет сделать выводы о том, что цифровые пропуска более надежный вариант для людей, страдающих от рассеянности и невнимательности.



Рис. 4. Исследование «Сколько в России номофобов». Источник: Honor [4]

Каждый год в университет приходит 2106 первокурсников бюджетной формы обучения и около 500 человек, обучающихся на контрактной форме, всех нужно обеспечить картами для прохода. В ГУАП оборудован отдел пропусков для их создания и выдачи. Несмотря на наличие карт-принтера, ежегодно приходится тратить на расходные материалы: картриджи для принтера, пластиковые карты. Чип требует оплаты за его приобретение, а также необходимо оборудование для его настройки и оформления. Тогда как QR-код нуждается только в мобильном устройстве под рукой или распечатки. Таким образом, он обеспечивает доступ к более высокотехнологичным решениям по более низкой цене.

Во время обучения студенты и преподаватели нередко теряют свои карты безвозвратно. В случае отчисления или окончания университета пропуск не сдается на переработку или в бюро пропусков для повторного использования, а остается у человека, владевшего картой. Пластик разлагается от 100 до 1 тыс. лет, пропуска изготавливают из полиэтилентерефталата, которому нужно около 150 лет для

разрушения. Первая пластиковая карта появилась в 1946 г., следовательно, еще ни один пластиковый носитель не разложился до конца самостоятельно [5 – 8].

Таким образом, пластиковая карта не является достаточно надежным и удобным вариантом, а также наносит вред окружающей среде.

В основе данного проекта лежит идея замены пластиковых карт-пропусков на индивидуальные QR-коды в личном кабинете учащегося или преподавателя, и установка специальных турникетов со встроенными сканерами для считывания 2D-кодов. Для реализации задумки потребуется присвоить каждому человеку индивидуальный двоичный код и разместить его в новом разделе учетной записи «Электронный пропуск». При входе в университет учащийся или преподаватель должен будет всего лишь открыть свой QR-код и подставить изображение к сканеру, устройство считывает данные, записанные в 2D-коде, и даст команду турникету на пропуск/не пропуск, а также опривит запись о прошедшем человеке в базу данных.

Итоговая система (рис. 5) будет включать в себя семь элементов: сервер с базой данных, вычислительный центр (персональный компьютер на проходной), мобильный телефон (проходящего), микроконтроллер, конвертер интерфейсов, устройство считывания QR-кодов (сканер или камера на турникете) и турникет.

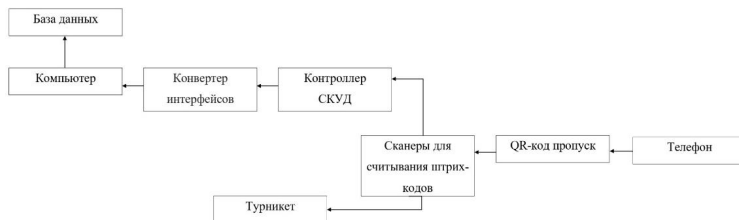


Рис. 5. Структурная модель системы

Для того, чтобы убедиться в актуальности данной идеи среди студентов был проведен опрос среди нескольких групп 1 курса. Распространение происходило через сеть интернет (рис. 6 – 9).



Рис. 6. Диаграмма, представляющая данные ответов на вопрос «Что, на ваш взгляд, удобнее: электронная карта-пропуск или пластиковый носитель?», в %

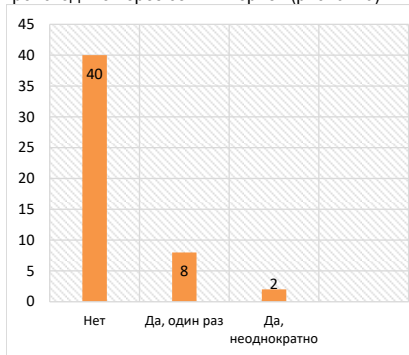


Рис. 7. Диаграмма, представляющая данные ответов на вопрос «Теряли ли Вы когда-нибудь карту-пропуск в университет?», в %

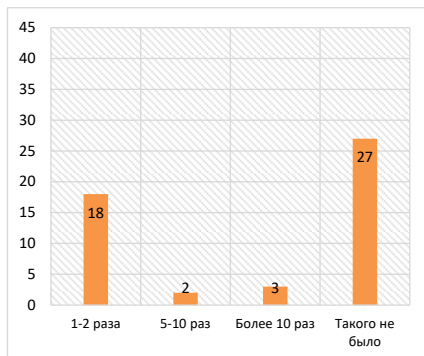


Рис. 8. Диаграмма, представляющая данные ответов на вопрос «Как часто Вы забывали карту-пропуск в университет в прошлом семестре?», в %

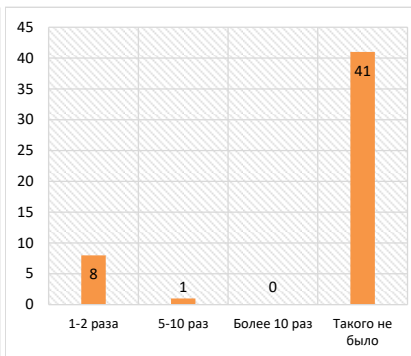


Рис. 9. Диаграмма, представляющая данные ответов на вопрос «Как часто Вы забывали телефон, уходя из дома, за время прошлого семестра?», в %

По результатам опроса 86%, заполнивших анкету, считают, что электронная карта-пропуск удобнее, чем пластиковый носитель. В качестве аргументов опрошенные приводят следующие доводы: электронную карту невозможно потерять, она не размагнитится, тем самым не утратит своей главной функции – подавать сигнал машине для пропуска. Кроме того, пластик – один из главных источников загрязнения планеты, так как попадая в землю, он распадается на мелкие частицы и может выбрасывать в окружающую среду химические вещества, добавленные в него при производстве. Также 20% респондентов теряли карту-пропуск, и более 40% в течение предыдущего семестра забывали пластиковый носитель дома (рис. 6 – 9).

Для выявления преимуществ и недостатков идеи воспользуемся данными из анкетирования (табл. 1).

Таблица 1

Преимущества и недостатки проекта

Преимущества	Недостатки
Электронную карту-пропуск нельзя потерять	При утере доступа к учетной записи открыть пропуск будет невозможно
Пластиковый носитель может размагнититься	Устройство, с которого может быть считан код, может разрядиться/сломаться
Нельзя забыть дома	Необходимость иметь устройство, с которого можно открыть цифровой пропуск
Не занимает место	Наличие возможности передачи кода по сети другому человеку
Пластик загрязняет окружающую среду	Сбой в системе личного кабинета
Пластиковую карту легко повредить	Отсутствие возможности считать пропуск, если экран устройства, на котором оно открыто, поврежден
Есть возможность передачи карты другому человеку	Легко подделать

Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что студенты заинтересованы в цифровизации пропусков и считают это нововведение нужным из-за ряда проблем, которые имеют пластиковые носители.

Таким образом, идея трансформации пропускного пункта пользуется спросом, а также имеет ряд следующих преимуществ перед нынешней системой: долговечность, надежность, экологичность, большой объем памяти.

Библиографический список

1. Предпринимательские экосистемы регионов России URL: https://www.iep.ru/files/news/zemtsov_11.04.19.pdf (дата обращения: 07.04.2022).
2. PERCo. Система безопасности учебных заведений. О системе. URL: <https://www.schoolsystem.ru/o-sisteme/kak-rabotaet-sistema-shkola.php> (дата обращения: 07.04.2022).
3. Википедия – Свободная энциклопедия. Полиэтилентерефталат. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Полиэтилентерефталат> (дата обращения: 12.04.2022).
4. Компания Интемс. Каталог турникетов со встроенным сканером штрих/QR кода. URL: <https://securityrussia.com/skud/turnikety/bar-code/> (дата обращения: 12.04.2022).
5. Турникеты: драйверы и тенденции рынка. URL: <https://www.secuteck.ru/articles/turnikety-drajvery-i-tendencii-rynka> (дата обращения: 17.04.2022).
6. Мультимедийный холдинг РБК: 20 фактов о цифровой трансформации: статистика, прогнозы, опросы. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/5ece23569a79479c90f3377b> (дата обращения: 17.04.2022).
7. Аудиторская компания PricewaterhouseCoopers. Глобальное исследование потребительского поведения за 2019 год: Россия. URL: <https://www.pwc.ru/ru/publications/consumer-insights-survey.html> (дата обращения: 17.04.2022).
8. Аудиторская компания PricewaterhouseCoopers. Глобальное исследование потребительского поведения за 2021 год: Россия. URL: <https://www.pwc.ru/ru/publications/consumer-insights-survey-2021.html> (дата обращения: 17.04.2022).
9. Компания РуссКом. Каталог товаров. URL: https://russcomcard.ru/catalog/dlya_kart_printerov_smart_30/kartridzh_4_tsv_s_laminatsiey_fk_dlya_smart_ymcko_250_otp_s_chistyashchim_rolikom/ (дата обращения: 17.04.2022).
10. Башлы П. Н., Адамова О. В. Автоматизация и управление технологическими процессами перспективного пункта пропуска // Инженерный вестник Дона. 2021. № 56. С. 1–13.
11. Хамидуллин М. Р., Емельянов Д. В., Мустафин А. Ф., Исавнин А. Г. Применение QR-кодов для организации контрольно-пропускного пункта // Международный журнал перспективных исследований. 2020. №4. С. 123–134.
12. НОЖ: Исследование: сколько в России номофобов. URL: <https://knife.media/phone-survey/> (дата обращения: 20.04.2022).

УДК

Е. А. Пашина

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

С. А. Назаревич

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННОСТИ ПРОДУКЦИИ

Актуальность. Инновационная деятельность является одним из важнейших факторов повышения конкурентоспособности продукции, модернизации национальной экономики, развития и укрепления ее позиций на мировом рынке.

Проблемная область. В последние годы производство бытовой техники сталкивается со все большим количеством изменений. Но в большинстве случаев, у дизайнеров и инженеров не получается в корне изменить принцип работы какого-нибудь прибора для дома; они весьма охотно и не менее успешно экспериментируют с расширением функционала и добиваются повышения эффективности продукции.

Общие положения. В условиях формирования инновационной экономики необходимо уделить внимание идентификации внедряемой продукции. Производственная продукция отечественных предприятий в советские годы сначала планировалась к производству, потом модифицировалась и модернизировалась, тем самым для предпроизводственной подготовки выделялось очень много времени. Современная действительность требует от производителей оперативности в производстве высококонкурентной продукции. Конечной целью инновационной деятельности является достижение лучших результатов произведенного продукта по сравнению с аналогом.

Обсуждение. Для того, чтобы понять, в чем именно отстает аналог от новшества проводится анализ технического уровня, реализующийся из содержания нормативно-технических документов, которые описывают систему показателей качества аналога. Смысл процедуры оценки технического уровня новшества заключается в сопоставлении характеристик исследуемого новшества с базовыми образцами продукции как отечественными, так и зарубежными.

В табл. 1, 2 представлены примеры сравнения технического уровня новой продукции с ближайшим аналогом. Объектами анализа являются бытовые приборы, используемые в повседневной жизни, и их ближайшие конкурентные аналоги. После проведенных расчетов в табл. 1 автор показывает, к какому уровню инновации по шкале оценки инновационности продукции относится данный продукт.

Практическое значение. Отклонение показателей новшества исследуемого продукта от показателей конкурента в процентном соотношении дает возможность оценить критические направления в развитии предприятия.

Таблица 1

Анализ технического уровня для проекта [1]

Характеристики	Новшество	Конкурент	Отклонение показателей от аналогов, %
Показатели назначения	Стиральная машина с двумя барабанами LGSIGNATURETwinWashLSWD100 /LST100	Мини-стиральная машина активатор типа Волтера BT-CM1RU Принцесса	
Максимальная загрузка, кг	14	1	+1300
Объем барабана, л	96	8	+1100
Количество программ	30	2	+1400
Функция «Сушка вещей», кг	7	0	0

МОЛОДЕЖНАЯ СЕКЦИЯ

Характеристики	Новшество	Конкурент	Отклонение показателей от аналогов, %
Показатели назначения	Стиральная машина с двумя барабанами LGSIGNATURETwinWashLSWD100 /LST100	Мини-стиральная машина активатор типа Волтера BT-CM1RU Принцесса	
Скорость отжима, об/мин	1600	200	+700
Показатели конструкции			
Вес, кг	135	5	+2600
Высота, см	85	45	+89
Ширина, см	60	34	+76
Глубина, см	67	30	+123
Другие показатели			
Количество барабанов, шт	2	1	+100
Энергопотребление за цикл, Вт	350	140	+150
Таймер отложенного старта, мин	1440	15	+8667

Таблица 2

Анализ инновационности характеристик продукции

Наименования изменений характеристик продукции	Технологические характеристики	Формула	Результат	Результат
Количество усовершенствованных технических характеристик	Максимальная загрузка, кг	$I_{11} = \frac{P_{\text{ус.тех.показ}}}{P_{\text{общ.тех.показ}}}$	$I_{11} = \frac{11}{12} = 0,9$	90%
	Объем барабана, л			
	Количество программ			
	Функция «Сушка вещей», кг			
	Скорость отжима, об/мин			
	Вес, кг			
	Высота, см			
	Ширина, см			
	Глубина, см			
	Количество барабанов, шт			
	Энергопотребление за цикл, Вт			
Таймер отложенного старта, мин				
Количество усовершенствованных потребительских характеристик	Максимальная загрузка, кг	$I_{12} = \frac{P_{\text{ус.тех.показ}}}{P_{\text{общ.тех.показ}}}$	$I_{12} = \frac{4}{5} = 0,8$	80%
	Объем барабана, л			
	Функция "Сушка вещей", кг			
	Скорость отжима, об/мин			

Характеристика результатов изменений	Качество характеристик					
	0,2	0,4	0,7	0,8	1	2
Степень прогрессивности новшества (I_{13})	Улучшение второстепенных характеристик объекта нововведения	Улучшение основных характеристик объекта нововведений	Существенное превышение основных характеристик объекта	Значительное превышение основных характеристик объекта нововведения	Достижение качественно новых характеристик	Получение новой продукции, впервые освоенной в народном хозяйстве
Создаваемый социальный эффект (I_{14})	Недостижение социальных требований (стандартов)	Обеспечение отдельных социальных требований. Обеспечение социальных требований (стандартов)	Улучшение предусмотренных нормами отдельных социальных требований	Улучшение всего комплекса норм	Значительное превышение уровня социальных требований	Превышение мирового уровня социальных требований

$$\text{ИннУр} = \sum_{i=1}^4 I_{1i} = I_{11} + I_{12} + I_{13} + I_{14}.$$

$$I = 0,9 + 0,8 + 0,8 + 0,8 = 3,3.$$

В табл. 2 были выбраны усовершенствованные технические характеристики и получено отношение к общим техническим характеристикам, это значение характеризует количественные изменения, вносимые в продукцию стиральных машин.

Учитывая интервальную шкалу (табл. 2), значение находится в интервале $2 > \text{Инн. Ур} > 5$ (Улучшающая инновация). С технической стороны продукция является улучшающей инновацией (табл. 3).

Таблица 3

Шкала оценки инновационности продукции

Интервал	Качество интервала
$0 > \text{Инн. Ур.} > 0,5$	Псевдоинновация
$0,5 > \text{Инн. Ур.} > 2$	
$2 > \text{Инн. Ур.} > 5$	Улучшающая инновация
$5 > \text{Инн. Ур.} > 8$	
$8 > \text{Инн. Ур.} > 10$	Базисная инновация

Аналогичным способом были исследованы еще 7 продуктов из раздела бытовая техника: 2 – Пылесос, 3 – Парогенератор, 4 – Посудомоечная машина, 5 – Холодильник, 6 – Микроволновая печь, 7 – Ноутбук, 8 – Лазерный принтер [2, 3, 5, 6–8].

После определения оценки инновационности каждого продукта, можно построить точечную диаграмму (рис. 1) для визуализации зависимости потребительских характеристик от технических характеристик.

Для того, чтобы посмотреть, что будет происходить при реализации продукта 7, был применен один из методов прогнозирования – метод сценариев [6]. При увеличении количества потребителей, готовых купить продукт 7 (ноутбук), технические характеристики продукта не изменятся, а для потребительских характеристик существует три сценария (табл. 4).

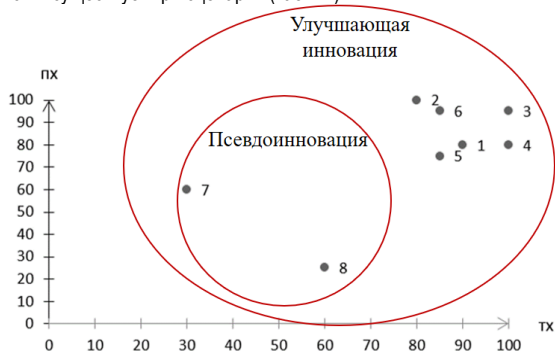


Рис. 1. Точечная диаграмма

Таблица 4

Тип сценария	Описание
Реалистичный	При повышении спроса потребительские характеристики останутся на том же уровне, так как они удовлетворяют потребностям покупателей
Оптимистичный	Если увеличится потребительский спрос на новшество, то возрастет его потребительские характеристики, чтобы обеспечить возросший спрос
Пессимистичный	Если при повышенном спросе потребительские характеристики ухудшатся, спрос еще какое-то время будет держаться на высоком уровне, но потом начнет снижаться.

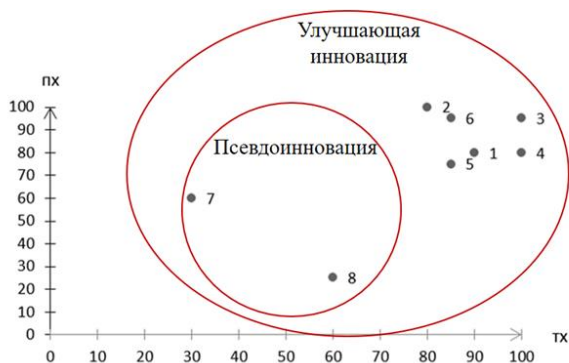


Рис. 2. Точечная диаграмма при реалистичном сценарии

При реалистичном сценарии потребительские и технические характеристики продукта 7 остались на том же уровне (рис. 2).

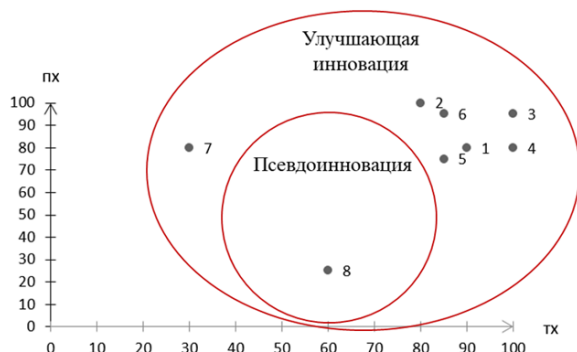


Рис. 3. Точечная диаграмма при оптимистичном сценарии

При оптимистичном сценарии уровень потребительских характеристик продукта 7 поднялся вверх по оси «потребительские характеристики» (рис. 3).

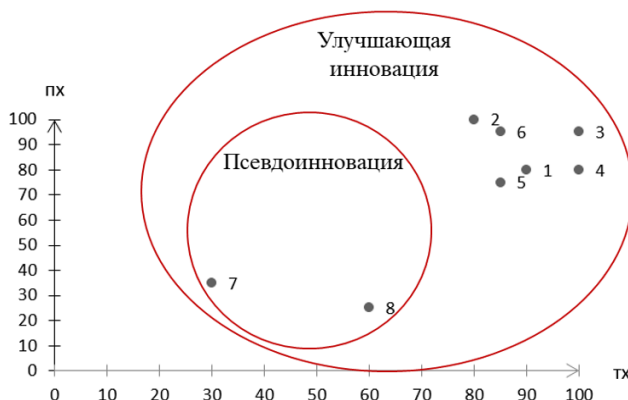


Рис. 4. Точечная диаграмма при пессимистичном сценарии

При пессимистичном сценарии уровень потребительских характеристик продукта 7 опустился вниз по оси «потребительские характеристики» (рис. 4).

Заключение. Методика нужна для определения инновационного и технического уровня новшества и аналога. Данную методику лучше использовать в процессах оценки потенциала инновационной продукции, а также реализовывать анализ деятельности отделов планирования и разработки на производстве новой продукции.

Библиографический список

1. Назаревич С. А. Методика оценки инновационности продукции. *Фундаментальные исследования*. 2015. № 3 С. 119–123.
2. Инновации в быту: самые невероятные тренды развития бытовой техники. URL: <https://interesno-e.ru/innovacii-v-bytu-samy-e-veroyatnye-trendy-razvitiya-bytovo-j-tekhniki> (дата обращения: 30.03.2022).

3. М.Видео – интернет-магазин цифровой и бытовой техники и электроники. URL: <https://www.mvideo.ru/> (дата обращения: 21.03.2022).
4. Инновационный менеджмент. URL: <https://theslide.ru/uncategorized/innovatsionnyy-menedzhment-21> (дата обращения: 25.03.2022).
5. Методы прогнозирования. URL: <https://up-pro.ru/encyclopedia/metody-prognozirovaniya/> (дата обращения: 25.03.2022).
6. Метод сценариев и его реализации. URL: <https://zaochnik.com/spravochnik/menedzhment/strategicheskij-menedzhment/metod-stsenarijev/> (дата обращения: 02.04.2022).
7. Способы оценки инновационной деятельности. URL: https://studopedia.ru/17_11395_sposobi-otsenki-innovatsionnoy-deyatelnosti-predpriyatiya.html(дата обращения: 23.03.2022).
8. Инновационный менеджмент – основные понятия. URL: https://studopedia.ru/1_87111_innovatsionny-menedzhment-osnovnie-ponyatiya.html (дата обращения: 03.04.2022).

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Долгова М. А., Плехоткина Г. Л.</i> ПОЮЩАЯ КОМЕТА.....	3
<i>Жаренов О. А., Вершинина Л. П.</i> ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВРЕМЕННОГО РЯДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	6
<i>Марченко А. С., Удахина С. В.</i> СТРУКТУРА КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ И ОБОСНОВАНИЕ ПРИЧИН ИСПОЛЬЗОВАНИЯ Python ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОДУКТА.....	11
<i>Аванесян А. Г., Трегуб Д. А., Плехоткина Г. Л.</i> САМОЕ ТОЧНОЕ ПРЕДСКАЗАНИЕ ВЗРЫВА СВЕРХНОВОЙ	15
<i>Бадика Е. М., Марченко В. З., Соколовская М. В.</i> ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ПЕРЕОБУЧЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.....	19
<i>Бондарь С. А., Данчишен Д. С., Мороз О. Н.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ «ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ» В АВИАЦИОННОЙ ОТРАСЛИ	24
<i>Ветошкин А. В., Плехоткина Г. Л.</i> НОВАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛАНЕТ ЗЕМНОЙ ГРУППЫ.....	27
<i>Володин В. А., Удахина С. В.</i> АНАЛИЗ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ЗАДАЧ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	31
<i>Горшков Р. А., Трегуб Д. А., Плехоткина Г. Л.</i> НАУЧНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ НОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ	35
<i>Гракова Н. Э., Озолина В. О., Удахина С. В.</i> АНАЛИЗ ОПЫТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ССП В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СФЕРЕ	39
<i>Гулов Г. В., Ассаул В. Н.</i> О ПРИМЕНЕНИИ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ В ЗАДАЧАХ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ГЕОМЕТРИИ	42
<i>Дементьев В. Д., Плехоткина Г. Л.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛЕЦ ПЛАНЕТ-ГИГАНТОВ	50
<i>Денисов К. А., Дьякова Г. Н.</i> СПОСОБЫ НАВИГАЦИИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.....	53
<i>Драчевская Л. Ю., Алексеева К. В., Соколовская М. В.</i> СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ТЕСТИРОВАНИЯ САЙТОВ.....	58
<i>Кадыров О. М., Смирнов В. А., Плехоткина Г. Л.</i> НОВЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КИСЛОРОДА НА МАРСЕ	64
<i>Кунаковский А. А., Яковлев С. И.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОДНОЗНАЧНОЙ ИНДИКАЦИИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ СВОЕВРЕМЕННОЙ РЕАКЦИИ ОПЕРАТОРА ВОЗДУШНОГО СУДНА	67
<i>Марченко В. З., Удахина С. В.</i> РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ СХЕМЫ СЕРВИСА ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ.....	72
<i>Носуленко П. А., Винников А. А., Белова М. Ю., Плехоткина Г. Л.</i> ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГАЛАКТИК КАК ПРИЧИНА РАЗВИТИЯ ВСЕЛЕННОЙ.....	76
<i>Парфишов П. Ю., Удахина С. В.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ.....	79
<i>Примак Л. Д., Плехоткина Г. Л.</i> ПЕРВЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ НА МАРСЕ	84
<i>Суклетина А. А., Мишура Т. П.</i> ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В МЕТРОПОЛИТЕНЕ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА	87
<i>Трегуб Д. А., Горшков Р. А., Аванесян А. Г., Плехоткина Г. Л.</i> НОВЫЕ ОБЛАСТИ ЗАРОЖДЕНИЯ «ЭЛЕМЕНТОВ ЖИЗНИ» В КОСМОСЕ.....	91

Федосеева С. Н., Майоров Е. Е. ОПИСАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА ЗАЩИТЫ РАБОТНИКА НА ФРИЛАНС-ПЛОЩАДКЕ.....	94
Федосеева С. Н., Майоров Е. Е. ОРГАНИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ КУРСОВ IT-ТЕХНОЛОГИЙ	101
Андреев И. А., Плехоткина Г. Л. ПЕРВЫЕ ФОТОГРАФИИ ПОЛЯРНОГО СИЯНИЯ НА ПЛАНЕТАХ ГИГАНТАХ-СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ	107
Бамулаева С. А., Мишура Т. П. КООРДИНАТНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И ИХ РОЛЬ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ.....	110
Боева Е. А., Плехоткина Г. Л. ГРАВИТАЦИОННОЕ ШОССЕ	114
Ковадло А. А., Плехоткина Г. Л. НЕОБЫЧНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ НА СЕВЕРНОМ ПОЛЮСЕ САТУРНА.....	118
Ковадло А. А., Попов Д. А. МЕТОД ОЦЕНКИ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБЪЕКТА ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ С ИНФРАКРАСНОЙ КАМЕРЫ	123
Михайлова В. А., Плехоткина Г. Л. К ВОПРОСУ О ВОЗМОЖНОМ ПЕРЕМЕЩЕНИИ СЕВЕРНОГО ПОЛЮСА	126
Новиков Г. А., Плехоткина Г. Л. СОВРЕМЕННЫЙ ЭТАП РАЗВИТИЯ НОВОЙ КОСМОЛОГИИ	130
Плехов А. Р., Плехоткина Г. Л. ПУЛЬСАР С САМЫМ МОЩНЫМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ	133
Плехов А. Р., Новикова Ю. А. УЛУЧШЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛИТИЙ-ИОННЫХ БАТАРЕЙ.....	136
Чеботарев И. И., Плехоткина Г. Л. НОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДПОЛАГАЕТ, ЧТО РАСШИРЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ ВЛИЯЕТ НА МАССУ ЧЕРНЫХ ДЫР	142
Шуть Л. В., Новикова Ю. А. ФИЗИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ПРОБОВ В ВАКУУМЕ	147
Эсмонтов Н. М., Плехоткина Г. Л. РОССИЙСКАЯ ПРОГРАММА ИССЛЕДОВАНИЯ ЛУНЫ.....	152
Агафонов А. Е., Салтыков Д. А., Щелкотунов А. Л., Чапин Д. А., Мателенок И. В. ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАДИАЦИОННОГО ФОНА НА ТЕРРИТОРИИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА.....	155
Белова М. Ю., Назаревич С. А. ИНТЕРАКТИВНАЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМОВ И ВОДНЫХ РЕСУРСОВ КАРЕЛЬСКОГО ПЕРЕШЕЙКА	159
Васильев М. Б., Ващенко Е. С., Горюева С. В., Путина Н. М., Шаманская В. А., Жильникова Н. А. ЧЕМ ДЫШИТ САНКТ-ПЕТЕРБУРГ?	164
Васькина Е. В., Милова В. М. ПЕРСПЕКТИВЫ ВЛИЯНИЯ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ.....	171
Евдокимова Е. А., Мателенок И. В. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЗЕНИТНОЙ ШИРОКОУГОЛЬНОЙ СЪЕМКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛОГА ЛЕСА.....	176
Жексембаева А. А., Смирнова В. О. ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ НА ПРИМЕРЕ КОФЕЙНОГО ЖМЫХА	179
Кирчевская П. В., Белова М. Ю., Плехоткина Г. Л. ПОСЛЕДНИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ЖИЗНЕПРИГОДНОСТИ ЭКЗОПЛАНЕТ.....	182
Койдан Е. Г., Николаева О. О., Сабирова К. Р., Веселова У. Г., Затеева А. Д., Жильникова Н. А. ИННОВАЦИОННОЕ РЕШЕНИЕ ПО ОЧИСТКЕ РЕК ОТ МУСОРА	185

<i>Красилова А. В., Винниченко А. В.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ БИЗНЕС-СИСТЕМЫ ТЯЖЕЛОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ.....	191
<i>Смирнов К. Э., Киприянова Е. Н.</i> ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК ОТ СУЛЬФАТ-ИОНОВ.....	197
<i>Суворова К. С., Милова В. М.</i> ОЦЕНКА КАЧЕСТВА УСЛУГ МАЛОГО БИЗНЕСА.....	203
<i>Хаятина И. Д., Сакова Н. В.</i> РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ.....	207
<i>Хмеид Г. В., Милова В. М.</i> УПРАВЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ.....	214
<i>Агиева В. М., Пучкова О. К.</i> ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ КРИМИНАЛЬНОГО ХАРАКТЕРА.....	217
<i>Афанасьева В. И., Морокина Г. С.</i> PLM-СИСТЕМЫ, ИХ ПРЕИМУЩЕСТВО И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ.....	222
<i>Батаева Д. А., Мишура Т. П.</i> МАГНИТОСТРИКЦИОННЫЕ УРОВНЕМЕРЫ.....	225
<i>Зуева А. В., Гущина Е. А.</i> ЗАЩИТА ОТ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ.....	228
<i>Капитонова Т. С., Колмураева Д. О., Степашкина А. С.</i> СОВРЕМЕННАЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ МЕТРОЛОГИЯ.....	230
<i>Казадио Д., Салагина Д. Ю., Степашкина А. С.</i> ЭФФЕКТ МПЕМБЫ.....	235
<i>Коннов А. В., Перлина С. А., Смирнова В. О.</i> ПРОБЛЕМЫ ОЧИСТКИ ОКОЛОЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА ОТ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА.....	237
<i>Потапова Я. В., Епифанцев К. В.</i> ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ СУММАТОРОВ В СОВРЕМЕННОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ: МИКШЕРЫ.....	240
<i>Рындина К. О., Смирнова В. О.</i> ДЫШАТЬ СВОБОДНО И ЛЕГКО. О СОСТАВЕ ВОЗДУХА И СПОСОБАХ ЕГО УЛУЧШЕНИЯ В ЦЕЛЯХ ОЗДОРОВЛЕНИЯ.....	243
<i>Сергеева П. А., Епифанцев К. В.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ СТАНДАРТА ТРМ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВОМ.....	247
<i>Сидоренко Е. А., Смирнова В. О.</i> ОХОТА КАК ФАКТОР ВЛИЯНИЯ НА ЭКОСИСТЕМЫ... ..	249
<i>Степаненко В. М., Смирнова В. О.</i> УСТРАНЕНИЕ ГЕНДЕРНОГО НЕРАВЕНСТВА КАК ШАГ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ.....	255
<i>Губина Д. В., Назаревич С. А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ ВОСТРЕБОВАННОСТИ ИДЕИ ВНЕДРЕНИЯ ДВУМЕРНЫХ ШТРИХ-КОДОВ В ОХРАННО-ПРОПУСКНУЮ СИСТЕМУ УНИВЕРСИТЕТА.....	257
<i>Пашина Е. А., Назаревич С. А.</i> МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННОСТИ ПРОДУКЦИИ.....	267

Научное издание

**МОДЕЛИРОВАНИЕ
И СИТУАЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ
КАЧЕСТВОМ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ**

Третья Всероссийская научная конференция

Молодежная секция

17–21 апреля 2022 г.

Сборник докладов

ISBN: 978-5-8088-1733-3



Ответственные за выпуск:
кандидат технических наук, доцент *С. А. Назаревич*
Редактор *Е. В. Лазарева*
Компьютерная верстка *А. Н. Колешко*

Подписано к печати 27.06.22. Дата выхода в свет: 11.07.2022. Формат 60x84 1/16.
Усл. печ. л. 34,4. Уч.-изд. л. 35,4. Тираж 150 экз. Заказ № 331.

Редакционно-издательский центр ГУАП
190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А

Распространяется бесплатно