

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ГЕНЕТИКИ,
БИОТЕХНОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРИИ ИМЕНИ Н.И. ВАВИЛОВА»

МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

САРАТОВ

7 декабря 2023 года

УДК 004.9:63
ББК 32.81:4
П 78

Рецензенты:

Егоров Игорь Владимирович
кандидат технических наук, доцент
кафедры «Техническая механика и мехатроника» института машиностроения,
материаловедения и транспорта
Саратовского технического университета имени Ю.А. Гагарина

Мельникова Юлия Владимировна
кандидат экономических наук, доцент кафедры математического
и компьютерного моделирования
Саратовского национального исследовательского государственного
университета имени Н.Г. Чернышевского

Материалы Международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы цифровизации агропромышленного комплекса» / Под ред. А.В. Ключикова – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2023. – 135 с. Материалы изданы в авторской редакции

ISBN 978-5-7011-0844-6

ISBN 978-5-7011-0844-6

© ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2023
© Коллектив авторов

Ivan Dimovski

Institute of Mathematics and Informatics Bulgarian Academy of Sciences,
1113 Sofia, Acad. G. Bonchev Street, Block 8

ON THE OPERATIONAL CALCULI FOR BOUNDARY VALUE PROBLEMS

The classical Duhamel representation of the solutions of wave and heat equations allows extensions and generalizations for a larger class of equations and boundary value conditions. Here we consider the class of linear partial differential equations with constant coefficients

$$(1) \quad \sum_{j=1}^m P_j \left(\frac{\partial}{\partial t_j} \right) u - \sum_{k=1}^n Q_k \left(\frac{\partial^2}{\partial x_k^2} \right) u = f(x, t)$$

with $x = (x_1, \dots, x_n)$ and $t = (t_1, \dots, t_m)$ in rectangular domains of the form $G = I^n \times J^m$ with $I = [0, 1]$, $J = [0, \infty)$ and with polynomials P_j and Q_k . We may assume that $\deg P_j = p_j \geq 1$ and $\deg Q_k = q_k \geq 1$, but we by no means exclude the cases $m = 0$ and $n = 0$. For the sake of brevity we say that t_1, \dots, t_m are the time-variables, and x_1, \dots, x_n are the space-variables. To each of the time-variables t_j , $j = 1, \dots, m$, a boundary value condition of the form

$$(2) \quad \chi_{t_j}^{(j)} \left\{ \frac{\partial^2 u}{\partial t_j^2} \right\} = f_j^{(l)}(x; t_1, \dots, t_{j-1}, \dots, t_m)$$

$l = 0, 1, \dots, p_j - 1$ with a non-zero linear functional $\chi^{(j)}$ in $C[0, \infty)$ is juxtaposed. The subscript t_j on $\chi^{(j)}$ is intended to show that it acts on the variable t_j only. To each of the space-variables x_k we juxtapose q_k local boundary value conditions of the form

$$(3) \quad \left. \frac{\partial^{2s} u}{\partial x_k^{2s}} \right|_{x_k=0} = g_k^{(s)}(x_1, \dots, x_{k-1}, x_{k+1}, \dots, x_n; t)$$

$S = 0, 1, \dots, q_k - 1$, and q_k non-local ones of the form

$$(4) \quad \Phi_{x_k}^{(k)} \left\{ \frac{\partial^{2s} u}{\partial x_k^{2s}} \right\} = h_k^{(s)}(x_1, \dots, x_{k-1}, x_{k+1}, \dots, x_n; t)$$

with non-zero linear functionals $\Phi^{(k)}$ in $C^1[0, 1]$. The functions $f_j^{(l)}$, $g_k^{(s)}$ and $h_k^{(s)}$ are supposed to be given. As for the functionals $\chi^{(j)}$ and $\Phi^{(k)}$, they well may be given by Stieltjes integrals. The class of boundary value problems (1) - (4) is too large in order to expect definite existence and uniqueness theorems. Nevertheless, it is possible to give universal Duhamel-type representation of the solution of an arbitrary boundary value problem (1) - (4) by means, of a solution of the same problem, but for a special, very simple choice of the boundary value functions. So for (1) - (4) a conditional existence theorem can be proven only.

The Duhamel-type representations proposed here for (1) - (4) use some new convolutions connected with the following two elementary eigenvalue problems. The first of them is

$$(5) \quad y' - \lambda y = 0, \quad \chi(y) = 0$$

with a non-zero linear functional χ in $C[0, \infty)$, and the second is

$$(6) \quad y'' - \lambda y = 0, \quad y(0) = 0, \quad \Phi(y) = 0$$

with a non-zero linear functional $\Phi^{(k)}$ in $C^1[0, 1]$. Without a serious loss of generality, we may assume that $\lambda = 0$ is not an eigenvalue as of (5) and of (6). This allows to norm the functionals χ and Φ by $\chi(1) = 1$ and $\Phi(x) = 1$ respectively. Then, let $R_\chi^{(1)}$ and $R_\Phi^{(2)}$ denote the resolvent operators with $\lambda = 0$ of (5) and (6) respectively, i.e. the operators

$$(7) \quad R_\chi^{(1)} f(t) = l^1 f(t) - \chi(lf) \quad \text{and} \quad R_\Phi^{(2)} f(x) = l^2 f(x) - x\Phi(l^2 f)$$

where for the sake of brevity we use the denotation l for the both integration operators \int_0^t and \int_0^x

Let us consider the non-local boundary value problem for the heat equation $u_t = u_{xx}$ in the strip $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq t < \infty$ with the boundary value conditions

$$(8) \quad u(0, t) = 0, \quad \int_0^1 u(\xi, t) d\xi = 0 \quad \text{and} \quad u(x, 0) = f(x)$$

From the results of [5] it can easily be seen that the solution of the problem considered for the special choice $f(x) = x^3/6 - x/12$ is

$$(9) \quad \Omega(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2x^3 n^3} [\pi n x \cos 2\pi n x - (1 + 4\pi^2 n^2 t) \sin 2\pi n x] e^{-4\pi^2 n^2 t}$$

Then, we obtain the following result.

Theorem. Let $f(x) \in C^2 [0, 1]$ with $f(0) = 0$, and $\int_0^1 f(\xi) d\xi = 0$.

Then the function

$$(10) \quad u(x, t) = -2 \int_0^x \Omega(x - \xi, t) f''(\xi) d\xi - \int_x^1 \Omega(1 + x - \xi, t) f''(\xi) d\xi + \int_{-x}^1 \Omega(1 - x - \xi, t) f''(|\xi|) \operatorname{sgn} \xi d\xi$$

is the solution of the heat equation $u_t = u_{xx}$ under conditions (8).

Duhamel-type representation (9) can be used for numerical calculation of the solution $u(x, t)$ as an alternative approach to the difference method, developed by Ionkin [6].

In general, Duhamel-type representations as (8) can be used either for theoretical study of the solution, or for its numerical calculation, or for both. They give useful information about the structure of the Green function of the problem considered.

REFERENCES

1. Dimovski. On an operational calculus for vector-valued functions. Math. Balcanica, 4 (1974), 129-135.
2. L. Berg. Generalized convolutions. Math. Nachr.. 72 (1976), 239-245.
- I. Dimovski. Two new convolutions for linear right-inverse operators of d^2/dt^2 . Compt. rend. Acad. Bulg. Sci., 29 (1976), 25-28.
3. Dimovski. Convolutional calculus. Sofia, 1982.
4. Н.И. Ионкин. Решение одной краевой задачи теории теплопроводности с неклассическим краевым условием. Дифф. уравн., №13, 1977, с. 294-304.
5. Н.И. Ионкин. Разностные схемы для одной неклассической задачи. Вестник МГУ. Вычисл. матем. и киберн., 1977, т. 2, с. 20-32.

Научная статья
УДК 338.43

Асель Абзаловна Жайтлеуова

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана,
г. Уральск, Казахстан

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ЦИФРОВИЗАЦИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. Современный мир переживает период значительных изменений, связанных с развитием цифровых технологий. Они проникают во все сферы человеческой деятельности, включая сельское хозяйство, где применение новых технологий позволяет повысить эффективность и оптимизировать процессы. В статье рассматриваются основные проблемы и перспективы цифровизации агропромышленного комплекса. Дана краткая информация по производству сельско-хозяйственных продуктов и животноводства. А также изучены реализованные мероприятия по цифровизации сельского хозяйства.

Ключевые слова: цифровизация, автоматизация, агро-промышленный комплекс, растениеводство, животноводство

Assel A. Zhaitleuova

Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian Technical University Uralsk, Kazakhstan.

MAIN PROBLEMS AND DIGITIZATION OF THE AGRICULTURAL INDUSTRIAL COMPLEX

Annotation. The modern world is going through a period of significant changes, related to the development of digital technologies. They penetrate into all areas human activities, including agriculture, where the use of new technologies makes it possible to increase efficiency and optimize processes. The article discusses the main problems and prospects for digitalization of the agro-industrial complex. Brief information on the production of agricultural products and livestock is given. The implemented measures for the digitalization of agriculture were also studied.

Keywords: digitalization, automation, agro-industrial complex, crop farming, livestock farming

В современном мире цифровизация стала важной составляющей развития всех сфер экономики, включая сельское хозяйство. Однако внедрение цифровых технологий в аграрный сектор не является тривиальной задачей и требует учета множества факторов. Казахстан активно стремится к цифровизации своего сельского хозяйства.

Правительство страны придает большое значение внедрению новых технологий в аграрный сектор, видя в этом потенциал для повышения его производительности и эффективности. Однако, как и в любой другой стране, внедрение цифровых технологий в сельское хозяйство Казахстана сталкивается с рядом проблем и вызовов.

Таблица 1 – Анализ проблем АПК и возможного эффекта от внедрения цифровизации

Проблемы АПК	Эффекты от цифровизации
Климатические риски	Снижение климатических рисков за счет использования цифровых датчиков контроля реакции на климатические изменения и изменения структуры почвы, контроль и мониторинг за перемещением и состоянием скота и использование др. возможностей передовых технологий и систем.
Использование устарелых механизмов и систем в сельскохозяйственных процессах	Использование цифровых систем и техники с цифровым интерфейсом позволит полностью контролировать весь цикл технологического процесса и определять вовремя неполадки техники и заменять нужные части, обрабатывать большой объем данных за короткие сроки.
Слабая диверсификация производства	Расширение видов экономической деятельности и увеличение их вклада в социально-экономическое развитие сельских территорий на основе равных возможностей для всех участников путем эффективного использования цифровых технологий.
Нерациональное использование земельных, водных и др. ресурсов	Внедрение цифровых карт, навигаторов и аналитических программ позволит рационализировать использование ресурсов.
Нехватка квалифицированных кадров в сфере сельского хозяйства	Благодаря хранению данных в цифровом виде и интегрированным системам, обучение на основе которых позволит сократить время на получение знаний и повысить качество.
Дефицит обеспечения внутреннего рынка переработанными товарами	Цифровой онлайн-портал облегчит обеспечение необходимой информацией сельских товаропроизводителей вовремя, снизит транзакционные издержки, активизирует цепочку поставок продукции до потребителя.
Низкая производительность труда	Внедрение цифровых технологий во все процессы производства в целом приведет к повышению производительности труда, облегчит и заменит механические процессы, где это возможно, и обеспечит прозрачность отчетности.

За 30 лет независимости в республике в целях развития аграрной сферы экономики были разработаны и приняты более 10 программных документов, законов и законодательных актов. Принятые законы, программы и другие

документы не в полной мере повлияли на темпы производства и переработки сельскохозяйственной продукции, которые все еще остаются невысокими. Об этом свидетельствуют фактические данные по выполнению основных экономических показателей развития АПК, предусмотренные Программой развития АПК РК на 2017–2020 гг. Анализ ранее введенных государственных программ позволяет определить основные проблемы в сфере АПК и возможный эффект от внедрения цифровизации.

Данными таблицы покрыты не все проблемы и возможные результаты их решения, многие задачи являются системными или остаются скрытыми внутри более объемных проблем.

Роль правительства в содействии созданию благоприятной среды для инноваций, принятия и распространения инноваций в сельскохозяйственном секторе и поддержка хорошо функционирующей сельскохозяйственной инновационной системы общепризнаны. В частности, местные исполнительные органы и разработчики политики в области сельского хозяйства должны сосредоточиться на вопросах, связанных с инфраструктурой и подключением, стоимостью, актуальностью, удобством для пользователя и навыками, а также рисками и укреплением доверия, чтобы обеспечить цифровизацию. Основными из указанных факторов является стоимость внедрения цифровых технологий, что особенно резко будет ощущаться мелкими хозяйствами. В то время как равновесная стоимость цифровых технологий будет определяться рынками, обеспечение конкуренции в этом секторе, вероятно, станет первым ключевым шагом, который поможет снизить затраты фермеров на внедрение цифровых технологий и в конечном счете себестоимость производства продовольственных и сельскохозяйственных товаров. При этом, по данным Бюро статистики Казахстана, в указанный период ВВП сельского хозяйства показывает стабильный рост. (табл. 2)

Таблица 2 - Производство отдельных видов продукции животноводства

№	Виды продукции	2020 год	2021 год	2022 год
1	Мясо (в живом весе), тыс. тонн	2 058,5	2 162,2	2 166,2
2	Мясо (в убойном весе), тыс. тонн	1 168,6	1 231,1	1 240,6
3	Молоко, тыс. тонн	6 051,4	6 247,2	6 368,2
4	Яйца, млн. штук	5 065,8	4 838,1	5 052,2
5	Шерсть, тыс. тонн	40,2	41,2	41,6
6	Каракуль, тыс. штук	1,3	2,1	0,5

За 2022 г. объем забоя или реализации всех видов скота и птицы в живом весе увеличился на 0,2 % по сравнению с 2021 годом, производство молока – на 1,9 %, яйца – на 4,4 %.

Валовой сбор зерновых (включая рис) и бобовых культур (в весе после доработки) увеличился по сравнению с 2021 годом на 34,5 % и составил 22 030,5 тыс. тонн, масличных культур – соответственно на 25,6 % и 3051,3 тыс. тонн. (рис. 1.)

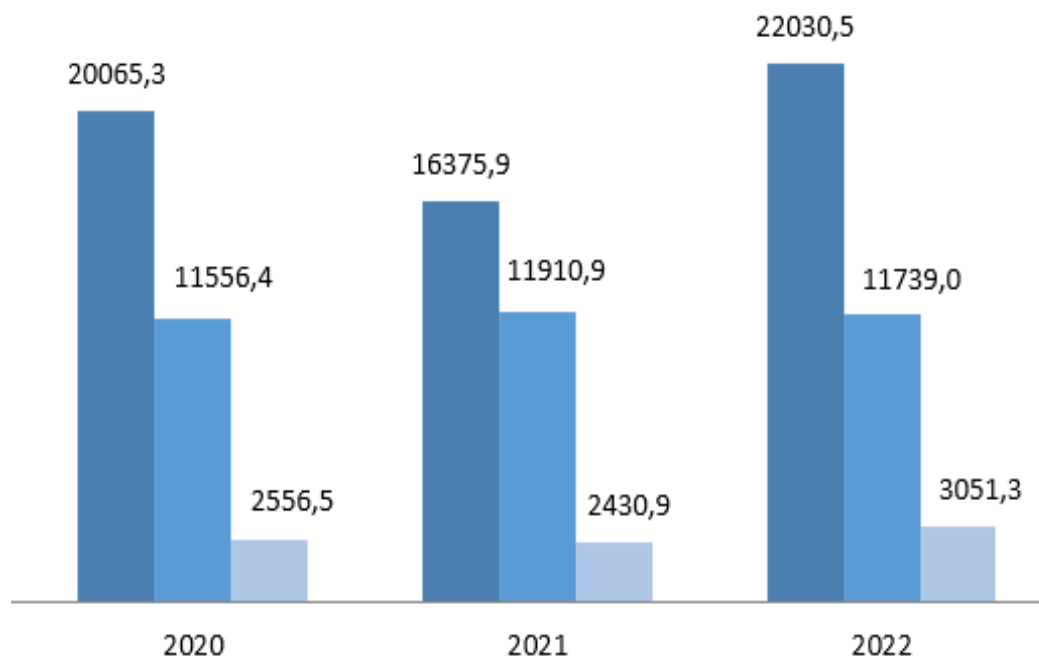


Рисунок 1 - Валовой сбор основных сельскохозяйственных культур, тыс. т.

■ зерновые (включая рис) и бобовые культуры ■ овощи и бахчевые, корнеплоды и клубнеплоды ■ семена масличных культур

Валовой сбор зерновых (включая рис) и бобовых культур (в весе после доработки) увеличился по сравнению с 2021 годом на 34,5 % и составил 22 030,5 тыс. тонн, масличных культур – соответственно на 25,6 % и 3051,3 тыс. тонн.

Валовой сбор овощей и бахчевых, корнеплодов и клубнеплодов уменьшился на 1,4 % и составил 11739,0 тыс. тонн, при этом зафиксирован рост по овощам открытого грунта (на 2,2% к 2021 году или 4610,2 тыс. тонн), картофелю (на 1,2 % и 4080,5 тыс. тонн), снижение по овощам защищенного грунта (на 28,9 % или 182,4 тыс. тонн) и бахчевым культурам (на 7,9 % или 2560,3 тыс. тонн).

Таблица 2 - Численность скота и птицы на конец года, тыс. голов

№	Наименование животных	2020 год	2021 год	2022 год
1	Крупный рогатый скот	7 850,0	8 192,4	8 538,1
2	Овцы и козы	20 057,6	20 876,8	21 786,0
3	Свиньи	816,7	776,1	705,0
4	Лошади	3 139,8	3 489,8	3 856,0
5	Верблюды	227,7	243,4	259,1
6	Птица	43,3	47,9	49,8

По состоянию на 1 января 2023 года поголовье лошадей увеличилось по сравнению с аналогичной датой 2021 года на 10,5 %, верблюдов – на 6,5 %, крупного рогатого скота – на 4,2 %, овец и коз – на 4,4 %, птиц – на 4 %. Поголовье свиней уменьшилось на 9,2 %.

Нужно признать, что в нашей стране темпы внедрения цифровизации на разных этапах производства аграрной продукции остаются медленными.

Глава Правительства подчеркнул, что одним из инструментов достижения поставленных задач является полная цифровизация агропромышленного комплекса страны, которая позволит снизить затраты на производство продукции, повысить ее качество и конкурентоспособность. В течение 5 лет в рамках государственно-частного партнерства 50 млрд тг. будет инвестировано в цифровизацию более 100 млн га земель сельхозназначения.

Цифровизация в растениеводстве и животноводстве позволяет получить до 20 % больше урожая и животноводческой продукции. При этом затраты фермера сокращаются более чем на 15 %. В перспективе только за счет цифровизации повысится урожай зерна до 25 млн тонн в год.

Сегодня МСХ РК разработан и утвержден новый Национальный проект по развитию АПК на 2021–2025 гг. Целью данного проекта является увеличение производительности труда в аграрной сфере в 2,5 раза, экспорта переработанной сельскохозяйственной продукции – в 2 раза, насыщение внутреннего рынка продовольственными товарами за счет отечественного производства на уровне 80%, обеспечение стабильными доходами более 1 млн. сельских жителей. В Казахстане имеется большой потенциал природных ресурсов (земельных, водных), что позволит выращивать органическую продукцию. И всего этого можно достичь путем внедрения инновационных агротехнологий. Однако при этом необходимо учесть особенности сельского хозяйства, такие как зависимость от почвенно-климатических условий, сорта этих культур должны быть районированы и адаптированы к условиям Казахстана и иметь соответствующий для их возделывания парк сельскохозяйственной техники.

По линии цифровизации сельского хозяйства в 2021 году реализованы следующие мероприятия:

1) аграрными вузами страны совместно с ведущими IT-университетами внедрены учебные программы по подготовке агроспециалистов с цифровыми навыками («Цифровые агросистемы и комплексы (направление Животноводство)», «Биоинформатика», «Цифровые технологии в АПК», «Агроинформатика»);

2) в рамках Нацпроекта развития АПК начата работа по введению государственной поддержки СХТП по приобретению ими цифрового оборудования и решений;

3) в Нацпроекте «Технологический рывок за счет цифровизации» предусмотрено мероприятие по субсидированию затрат на оборудования связи на объектах сельского хозяйства, в том числе отдаленных полях и пастбищах;

4) завершен пилотный проект по маркировке молочной продукции.

По линии государственных услуг:

1) проведены работы по устранению выявленных ошибок по 8 государственным услугам (в сфере ветеринарии – 4, растениеводства – 3,

сельхозтехники – 1);

2) доля государственных услуг, оказанных в электронном формате увеличена на 34 % по сравнению с предыдущим годом;

3) запланирована модификация государственных услуг в сфере ветеринарии, растениеводства и сельхозтехники;

4) продолжена работа над совершенствованием информационных систем, а также автоматизации и оптимизации государственных услуг.

По линии информационных технологий:

1) продолжена работа по интеграции с отраслевыми системами РФ, в том числе с соблюдением требований подключения через Национальный шлюз РК;

В текущем году МСХ будет продолжена работа по всем указанным направлениям, в том числе в рамках задач Нацпроекта АПК и Концепции развития АПК, а также Нацпроекта «Технологический рывок за счет цифровизации».

Цифровая платформа поможет повысить доверие участников друг к другу за счет повышения прозрачности бизнеса, повышения доверия к инструменту сотрудничества за счет ускорения результатов; оказывать организационную поддержку путем построения технологической цепочки от производителя сырья до производителя готовой продукции и далее до потребителя.

Список источников

1. Токаев К.К. Единство народа и системные реформы – прочная основа процветания страны. URL: Режим доступа: <https://www.akorda.kz>
2. Г.К. Сапарова , Научный журнал «Вестник университета «Туран» № 3(95) 2022 г.
3. Официальный информационный ресурс Премьер-Министра Республики Казахстан. Итоги развития сферы сельского хозяйства за 2021 год и планы на предстоящий период 17Февраль 2022 г.
4. Незамова О. А. Цифровизация как основной тренд развития сельского хозяйства / О. А. Незамова, А.А. Ступина, Ю. А. Оленцова // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2022. – Т. 11, № 2(39).

Научная статья
УДК 631.67

**Сергей Мударисович Бакиров, Муслим Аликович Абзалов,
Сергей Сергеевич Елисеев**

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ОБОСНОВАНИЕ РЕШЕНИЯ О ПОЛИВЕ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ДАТЧИКА ПОСЛОЙНОГО КОНТРОЛЯ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ

Аннотация. В статье рассматривается обоснование решений по орошению с использованием данных датчика послойного контроля влажности почвы. Сбор данных влажности по слоям позволяет составить программу изменения для конкретных видов почвогрунтов, что повысит точность прогноза назначения полива полевых культур и в дальнейшем к экономии ресурса до 15% из-за своевременного полива в объеме, требуемом для конкретной фазы роста растений с поправкой на другие факторы, влияющие на изменение влажности.

Ключевые слова: полив, датчик послойного контроля влажности, прогнозирование полива, емкостной метод измерения влажности, распределение влажности

Sergey M. Bakirov, Muslim A. Abzalov, Sergey S. Eliseev

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilova, Saratov, Russia

JUSTIFICATION OF THE DECISION ABOUT IRRIGATION BASED ON DATA OF THE SENSOR FOR LAYER-BY-LAYER CONTROL OF SOIL HUMIDITY

Annotation. The article discusses the rationale for irrigation decisions using layer-by-layer soil moisture monitoring sensor data. Collecting moisture data by layer allows you to create a program for changing moisture content for specific types of soils, which will lead to high accuracy in predicting the purpose of watering field crops and subsequently to resource savings of up to 15% due to timely watering in the amount required for a specific phase of plant growth, adjusted for others factors influencing humidity change

Keywords: irrigation, layer-by-layer moisture control sensor, irrigation forecasting, capacitive method of moisture measurement, moisture distribution

Введение. Решение о назначении полива сельскохозяйственных культур зависят от данных о фактическом состоянии влажности в почве, получаемом от датчиков влажности. Датчики контроля влажности почвы имеют различные принципы измерения влажности [1-5]. Используя эти данные, агрономы могут регулировать воздействие в соответствии с конкретными фазами роста растений, что способствует ресурсосбережению и повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Такой подход гарантирует, что обоснования решения о поливе будут подкреплены точной и надежной информацией, что в конечном итоге приведет к более эффективным и устойчивым методам ведения сельского хозяйства.

Контролировать влажность почвы необходимо, чтобы определить критическое значение влажности и своевременно обеспечить повышение влажности используя поверхностный, капельный или полив дождеванием. Однако в какой момент назначить полив по данным влажности почвы до конца не исследовано. Например, в одних источниках [2] предлагается контролировать верхний слой, в других источниках [3] – контролировать влажность на глубине 20-30 см и после принимать решение о поливе. Практических рекомендаций в литературных источниках недостаточно.

Достаточная влажность почвы обеспечивает нормальное протекание процессов обмена микроэлементов с корневой системой растений и является жизненно важным ресурсом для роста растений. Обоснование решений по своевременному поливу основано на нескольких ключевых факторах, в том числе: вид растений, условия окружающей среды, тип почвы и стадия роста.

Необходимо понимать потребности в воде конкретных видов растений. Некоторые из растений более устойчивы к засухе, а другие произрастают в постоянно влажных условиях. Требуется исследовать и определить конкретные потребности в поливе каждого растения, чтобы обеспечить оптимальный рост и развитие. Условия окружающей среды необходимо учитывать в принятии решений по поливу. Факторы влияющие на скорость испарения и транспирации воды растениями: температура, влажность, ветер и солнечный свет. Мониторинг этих условий позволит определить частоту и объем полива, необходимые для компенсации потерь воды и поддержания достаточного уровня влажности в почве. Тип почвы, где выращиваются растения, также влияет на решение о поливе. Состав почвы влияет на способность удерживать воду и дренаж. Например, песчаные почвы быстро отводят воду, требуя более частого полива, а глинистые почвы сохраняют влагу в течение более длительного периода времени. Понимание водоудерживающей способности почвы имеет решающее значение для определения подходящих интервалов полива.

На решение о поливе влияет стадия роста растений. На ранних стадиях развития, например, всходы требуют более частого полива для формирования сильной корневой системы, на стадии налива зерна потребность во влажности и частоте полива могут резко уменьшиться. Регулировка частоты и объема полива в зависимости от стадии роста обеспечивают эффективность полива.

Выделены особенности контроля и регулирования влажности почвы: глубина корневого фронта растений нуждается в постоянном объеме влажности на

разных слоях; значение влажности в почве изменяется по слоям в зависимости от действующих факторов на почву и ее физико-механические свойства микроскопической структуры; скорость изменения (уменьшения или увеличения) влажности обеспечена взаимодействием корневой системы растения с почвой. Вопрос изменения влажности и выявления закономерностей изменения влажности в конкретных почвогрунтах остается не раскрыт. Поэтому целью работы является обоснование принятия решения о поливе на основе данных датчика послыного контроля влажности.

Методы и материалы, используемые для обоснования параметров орошения, основаны на известных подходах определения влажности почвы (бесконтактные – излучением; контактные – емкостной метод и метод проводимости). Методы определения влажности: максимальной гигроскопичности; устойчивого завядания растений с применением теории прогнозирования состояния. Методы научного познания: математический анализ, синтез.

Результаты исследований. Проанализировав существующие методы измерения параметров послыного контроля влажности почвы получены данные, представленные на рисунке 1.

Дата	Время	10 см	20 см	30 см	40 см	50 см	10 см	20 см	30 см	40 см	50 см	10 см	20 см	30 см	40 см	50 см
		Датчик 1 - низ 1					Датчик 2 - верх 1					Датчик 3 - низ 2				
30.05.2022	16:04:12	46.13%	47.89%	55.15%	58.19%	63.12%	44.17%	45.68%	45.98%	49.60%	52.34%	48.19%	48.96%	49.25%	53.14%	59.64%
	17:04:12	46.12%	47.85%	54.98%	58.15%	63.18%	43.85%	45.38%	45.82%	49.52%	52.30%	48.15%	48.90%	49.20%	53.08%	59.61%
	18:04:12	46.12%	47.85%	54.88%	58.14%	63.01%	43.62%	45.15%	45.68%	49.32%	51.99%	48.06%	48.81%	49.16%	52.97%	59.62%
	19:04:12	46.12%	47.85%	54.85%	58.12%	63.00%	43.60%	45.02%	45.60%	49.18%	51.93%	47.98%	48.69%	49.14%	52.77%	59.58%
	20:04:12	46.13%	47.82%	54.82%	58.06%	62.84%	43.53%	44.93%	45.46%	49.17%	51.90%	47.89%	48.52%	49.12%	52.61%	59.52%
	21:04:12	46.12%	47.81%	54.69%	58.02%	62.82%	43.30%	44.90%	45.41%	49.10%	51.86%	47.86%	48.43%	49.05%	52.55%	59.50%
	22:04:12	46.12%	47.75%	54.68%	58.00%	62.80%	43.21%	44.65%	45.09%	48.99%	51.80%	47.59%	48.38%	49.02%	52.43%	59.44%
	23:04:12	46.10%	47.70%	54.62%	58.01%	62.77%	43.06%	44.48%	45.01%	48.93%	51.75%	47.52%	48.27%	49.00%	52.40%	59.36%
	0:04:12	46.05%	47.62%	54.66%	58.01%	62.73%	42.85%	44.36%	44.85%	48.81%	51.68%	47.52%	48.13%	49.00%	52.36%	59.18%
	1:04:12	46.01%	47.53%	54.59%	57.89%	62.70%	42.68%	44.30%	44.80%	48.77%	51.62%	47.48%	48.00%	48.98%	52.33%	59.11%
2:04:12	45.88%	47.40%	54.55%	57.85%	62.70%	42.42%	44.21%	44.67%	48.74%	51.58%	47.40%	47.93%	48.86%	52.26%	59.07%	
3:04:12	45.85%	47.16%	54.55%	57.80%	62.58%	42.16%	44.13%	44.44%	48.59%	51.49%	47.25%	47.81%	48.80%	52.18%	59.03%	
4:04:12	45.82%	47.10%	54.52%	57.77%	62.50%	42.00%	44.08%	44.28%	48.27%	51.38%	47.11%	47.68%	48.70%	52.07%	58.98%	
5:04:12	45.81%	47.08%	54.51%	57.58%	62.42%	41.89%	43.87%	44.19%	48.09%	51.15%	46.88%	47.32%	48.54%	51.96%	58.94%	
6:04:12	45.35%	47.02%	54.41%	57.42%	62.28%	41.65%	43.60%	43.72%	47.89%	50.98%	46.16%	47.08%	48.41%	51.74%	58.91%	
7:04:12	45.11%	46.82%	54.35%	57.06%	62.23%	41.08%	43.22%	43.41%	47.05%	50.59%	45.89%	46.80%	48.20%	51.64%	58.82%	
8:04:12	44.80%	46.16%	54.30%	56.53%	61.94%	40.35%	42.19%	43.08%	46.43%	50.03%	45.49%	46.42%	48.02%	51.32%	58.62%	
9:04:12	44.03%	46.00%	53.85%	56.13%	61.63%	39.16%	41.00%	42.61%	46.05%	49.29%	45.17%	46.06%	47.55%	51.03%	58.38%	
10:04:12	43.12%	45.55%	53.15%	55.84%	61.38%	37.55%	40.25%	42.03%	45.13%	48.16%	44.69%	45.52%	47.10%	50.53%	58.02%	
31.05.2022	11:04:12	42.25%	45.12%	52.54%	55.16%	61.02%	35.02%	39.21%	41.35%	44.29%	47.11%	44.15%	45.01%	46.53%	49.68%	57.68%
	12:04:12	42.10%	44.87%	52.08%	54.92%	60.66%	33.09%	38.01%	40.55%	43.48%	45.85%	43.26%	44.43%	45.88%	48.77%	57.27%
	13:04:12	40.88%	44.13%	51.16%	54.16%	60.27%	31.00%	36.15%	38.97%	42.55%	44.44%	42.68%	43.35%	45.12%	47.81%	56.88%
	14:04:12	38.14%	43.02%	50.18%	53.80%	59.82%	28.98%	34.72%	37.81%	41.69%	43.37%	42.11%	42.35%	44.40%	46.93%	56.40%
	15:04:12	37.00%	42.41%	49.19%	53.11%	59.06%	26.31%	33.03%	36.54%	40.15%	42.36%	41.33%	41.53%	43.65%	45.98%	56.00%
	16:04:12	35.75%	41.60%	48.29%	52.70%	58.59%	23.69%	31.59%	35.29%	39.05%	41.46%	40.34%	40.72%	42.79%	45.17%	55.41%
	17:04:12	35.01%	41.00%	47.36%	52.05%	58.08%	22.86%	30.16%	34.29%	37.45%	40.77%	39.68%	40.05%	41.99%	44.29%	54.65%
	18:04:12	34.86%	39.99%	46.84%	51.69%	57.57%	22.04%	29.52%	33.65%	35.12%	39.89%	39.24%	39.66%	41.13%	43.58%	54.22%
	19:04:12	34.56%	39.07%	46.15%	51.40%	57.09%	21.53%	29.06%	33.02%	34.66%	39.06%	38.64%	39.02%	40.50%	42.86%	53.79%
	20:04:12	34.15%	38.28%	45.92%	51.10%	56.99%	21.17%	28.53%	32.44%	33.64%	38.55%	38.07%	38.44%	39.84%	42.22%	53.26%
21:04:12	34.12%	37.58%	45.53%	50.96%	56.96%	20.68%	27.98%	31.99%	32.95%	38.06%	37.52%	38.00%	39.17%	41.83%	53.20%	
22:04:12	34.15%	37.12%	45.17%	50.90%	56.82%	20.04%	27.54%	31.28%	32.74%	37.41%	36.90%	37.65%	38.86%	41.60%	53.08%	
23:04:12	34.15%	37.12%	45.19%	50.61%	56.59%	19.42%	27.39%	31.06%	32.51%	36.86%	36.50%	37.14%	38.50%	41.58%	53.03%	
0:04:12	34.11%	37.05%	45.16%	50.24%	56.48%	18.88%	27.34%	30.88%	32.33%	36.15%	36.00%	36.86%	38.02%	41.53%	52.97%	
1:04:12	34.18%	37.05%	44.99%	50.24%	56.12%	18.27%	27.14%	30.52%	32.15%	35.89%	35.92%	36.58%	38.00%	41.46%	52.86%	
2:04:12	34.13%	36.99%	44.92%	50.22%	56.02%	17.77%	27.03%	30.14%	32.07%	35.33%	35.90%	36.33%	37.96%	41.37%	52.69%	
3:04:12	34.15%	36.99%	44.82%	50.12%	55.94%	17.09%	26.82%	29.59%	32.05%	35.00%	35.65%	36.24%	37.90%	41.30%	52.49%	

Рисунок 1 – Сбор данных влажности с датчика послыного контроля влажности на орошаемом участке УНПО «Поволжье»

Массив данных обрабатываем математической моделью функцией $X=f(t)$ и построим прогноз следующего полива (рис. 2).

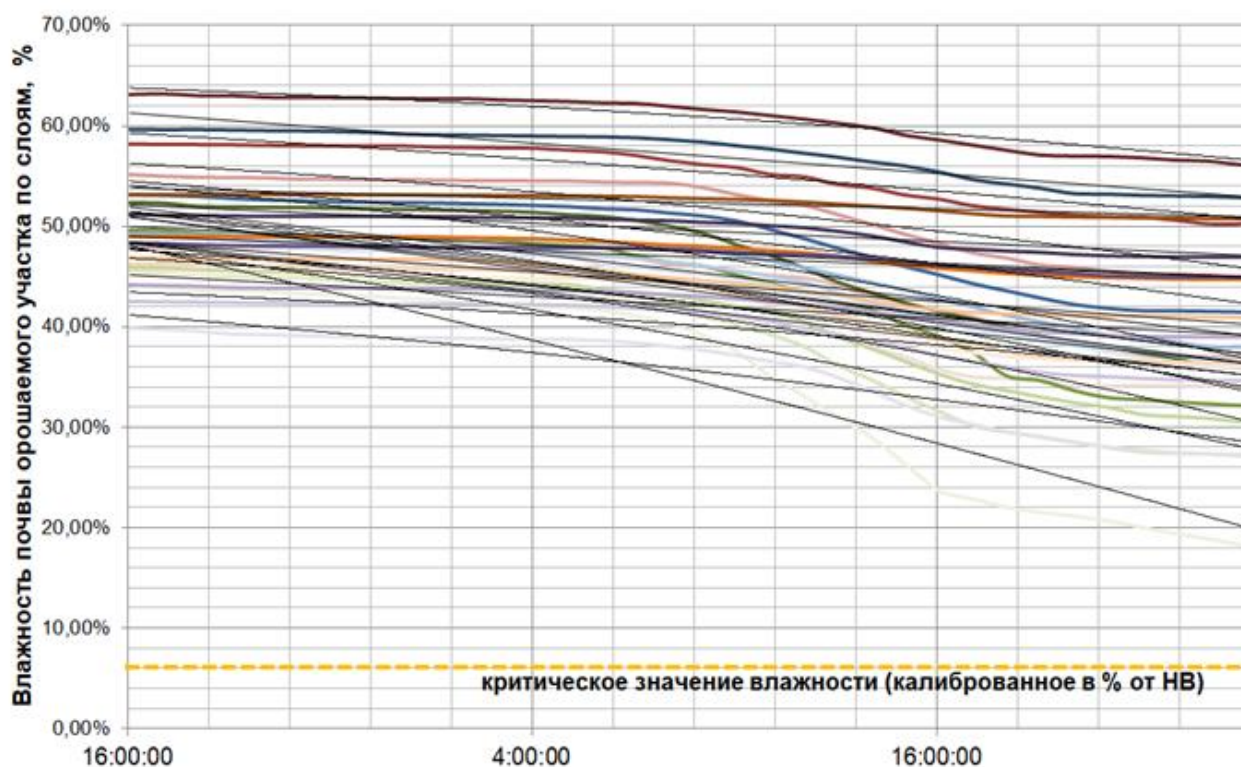


Рисунок 2 – Изменение влажности почвы по слоям в зависимости от времени суток

Согласно рисунку 2 изменение влажности почвы во времени может характеризовать влияние факторов: солнечная активность, фаза роста, скорость ветра, свойства почвогрунтов, микрорельеф местности. При оценке изменении влажности использовались методы математического прогнозирования случайной величины: скорость изменения; закон распределения и функция распределения.

На небольшом промежутке времени влажность почвы изменится незначительно, поэтому можно предположить, что влажность почвы, как случайная величина, подчиняется равномерному закону распределения.

Плотность вероятности распределения влажности, которую обозначим через X равна

$$P(X) = \frac{1}{b-a}, \text{ при } a < x < b,$$

где a и b – диапазон распределения (рис. 3).

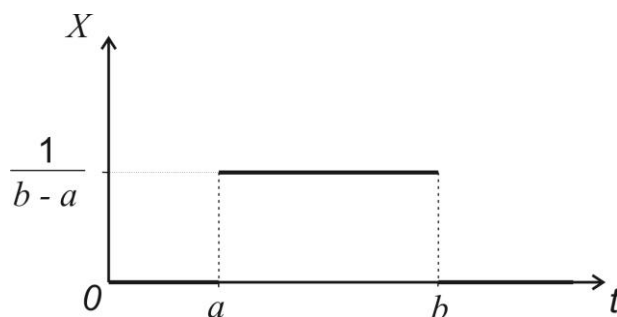


Рисунок 3 – Графическое изображение равномерного распределения влажности X

Тогда производная функции X позволит определить изменение влажности в будущем времени с точностью величины статистической ошибки.

Используя полученные данные, можно прогнозировать изменение влажности с высокой точностью, например при контроле на двух слоях одновременно. Причем изменение влажности верхнего слоя в сравнении с изменением влажности нижнего слоя будет иметь различную крутизну.

Заключение. Сбор данных влажности по слоям позволяет составить программу изменения влажности для конкретных видов почвогрунтов, что приведет к высокой точности прогноза назначения полива полевых культур и в дальнейшем к экономии ресурса до 15% из-за своевременного полива в объеме требуемом для конкретной фазы роста растений с поправкой на другие факторы, влияющие изменение влажности (солнечная радиация, скорость ветра).

Список источников

1. Методические рекомендации по комплексным технологическим и техническим решениям, обеспечивающим снижение энергоемкости эксплуатации мелиоративных систем: науч. издание. – Коломна: ИП Воробьев О.М., 2015. – 164 с.
2. Данилов А.Н. Оросительная мелиорация в условиях недостаточного увлажнения Поволжья /А.Н. Данилов. – Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова, 2011. – 105 с.
3. Рыжко Н.Ф. Совершенствование технических средств и технологии орошения в Поволжье / Н.Ф. Рыжко : монография. – Саратов : Саратовский источник, 2007. – 110 с.
4. Карпова О.В. Усовершенствованные устройства приповерхностного дождевания дождевальной машины «Фрегат»: дис. канд. тех. наук : Д 220.061.06 : защищена 21.12.2017 / Карпова О.В. – Саратов, 2017. – 197 с.
5. Бакиров С. М. Перспективы развития дождевальной техники / С. М. Бакиров // Аграрный научный журнал – 2019. – № 12. – С. 92–97.

Научная статья
УДК 624.21

**Кирилл Ильич Баклушин, Михаил Мурадович Гаджиев,
Светлана Николаевна Рубцова, Татьяна Владимировна Пахомова**
Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

МОНИТОРИНГ СИСТЕМ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация. В статье рассмотрены отечественные и импортные системы непрерывного мониторинга мостовых сооружений, предназначенные для наблюдения корректной работы моста, выявления отклонений в работе для их своевременного устранения. Актуальность непрерывного мониторинга заключается в экономически обоснованном своевременном ремонте и устранении возникающих неполадок вместо капитального ремонта или замены моста. Представленные системы мониторинга сравниваются по функциональным характеристикам.

Ключевые слова: прочностной мониторинг; мостовое сооружение; система эксплуатации; управление эксплуатацией; модели деградации; прогнозирование долговечности; непрерывный мониторинг

**Kirill I. Baklushin, Mikhail M. Gadzhiev, Svetlana N. Rubtsova,
Tatyana V. Pakhomova**
Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

MONITORING OF ENGINEERING STRUCTURES SYSTEMS USING DIGITAL TECHNOLOGIES

Annotation. The article considers domestic and imported systems of continuous monitoring of bridge structures designed to monitor the correct operation of the bridge, identify deviations in operation in order to eliminate them in a timely manner. The presented monitoring systems are compared in terms of functional characteristics.

Keywords: strength monitoring; bridge construction; operation system; operation management; degradation models; durability forecasting; continuous monitoring

Неудовлетворительное техническое состояние мостов является серьезной угрозой нормальному функционированию дорожной сети. Для решения задач, связанных с эксплуатацией мостовых сооружений необходимо совершенствовать системы эксплуатации, применяя новейшие научные разработки автоматизированной оценки и прогноза технического состояния автодорожных мостов [1]. Проблема улучшения состояния автодорожных мостов в России, как наиболее сложных и ответственных элементов автомобильных дорог, усугубляется большим количеством сооружений с неудовлетворительным состоянием на дорогах общего пользования России и Федеральной сети [2]. Показателями неудовлетворительного состояния мостовых сооружений являются:

- недостаточный габарит большого количества сооружений (как следствие низкая пропускная способность);
- недостаточная грузоподъемность мостовых сооружений, что приводит к ограничению по массе обращающихся транспортных средств и нагрузок на их оси;
- наличие дефектов и повреждений в конструкциях, снижающих срок службы сооружения;
- низкий уровень безопасности дорожного движения (в частности из-за повреждения покрытия мостового полотна и расстройств конструкций ограждений безопасности), прохода пешеходов.

Возникает необходимость нового подхода для устранения приведенных недостатков. Методической основой эксплуатационной системы должны стать новейшие научные разработки автоматизированной оценки и прогноза технического состояния автодорожных мостов, которые находятся в эксплуатации [4].

Накопленный опыт и анализ тенденций развития ремонтно-строительной отрасли в других странах демонстрирует, что основными свойствами системы должны быть:

- способность накапливать знания и использовать их при решении задач, возникающих в реальных производственных условиях;
- обеспечение безопасных условий движения по мостовым сооружениям с расчетной скоростью движения, установленной для каждой категории дороги;
- возможность использования методов: экономического планирования; многокритериальной оптимизации; прогнозирования рисков (с привлечением теории вероятностей и современных методов искусственного интеллекта).

Научный и практический опыт длительного содержания эксплуатируемых мостовых сооружений также показывает, что затраты на периодические ремонты мостовых сооружений и поддержание их в работоспособном состоянии меньше, чем затраты на капитальные ремонты при отсутствии финансирования на содержание.

Основное отличие систем непрерывного мониторинга мостовых сооружений от измерительных систем испытания других видов конструкций или сооружений – большая линейная протяженность объекта измерения, при которой использование одного измерительного прибора или нескольких локально

расположенных приборов невозможно из-за ограничений в длине кабелей, присоединяющих датчики по параметрам экономичности и техническим характеристикам [5].

Измерительные системы непрерывного мониторинга мостового сооружения должны работать на открытом воздухе, в условиях больших перепадов температур, высокой влажности, атмосферных осадков.

Основными данными системы являются общие перемещения и деформации мостового сооружения и его частей; напряжения (относительные деформации) в сечениях элементов; местные деформации (раскрытие трещин и швов, смещений в соединениях), а также угловые деформации, взаимные перемещения частей сооружения, усилия в элементах. При использовании системы непрерывного мониторинга выявление состояния и условий работы мостового сооружения под подвижными нагрузками производится в реальном режиме времени, причем реально действующая нагрузка является как бы испытательной нагрузкой.

Алгоритмы оценки состояния сооружения, использующие полученные в процессе мониторинга данные, должны основываться на положениях теории расчета сооружений, а также использовать необходимые положения нормативных документов по испытанию мостовых сооружений. Системы мониторинга мостов при этом акцентируют свое внимание на:

- мониторинг состояния сооружения и выявление аварийных или требующих детального обследования мостов;
- сбор и непрерывное обновление информации для прогнозирования состояния и принятия управленческого решения;
- получение различной информации по любой группе мостов на дороге или по региону России;
- статистическое исследование конструкций и их дефектов;
- определение технико-эксплуатационного состояния мостов, технико-экономический анализ затрат и приоритетность капитальных вложений в ремонт и реконструкцию;
- оценка возможности пропуска нагрузок, в том числе сверхнормативных;
- создание отчетно-справочной документации и диаграмм;
- учет и оперативный доступ к информации по конструктивному описанию искусственных сооружений и их состоянию по дефектности;
- оценка и прогнозирование технического состояния сооружений;
- определение возможности пропуска нагрузки по сооружениям;
- расчет, планирование и оптимизация затрат на содержание и ремонт сооружений, в том числе:
 - планирование и учет реализации текущих программ работ по содержанию (нормативному и сверхнормативному) искусственных сооружений (ИССО).
 - анализ состояния парка ИССО по произвольным параметрам для перспективного планирования и разработки технической политики в отношении ИССО, научно-исследовательских целей, совершенствования нормативно-методической базы;
- формирование и печать стандартных форм отчетных документов.

При оценке технического состояния искусственных сооружений выполняются виды работ, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Виды работ при оценке технического состояния искусственных сооружений

Основные виды работ	Перечень выполняемых работ
Изучение и анализ технической документации на сооружение	изучение и анализ проектной, исполнительной, документации; изучение и анализ результатов предыдущих обследований
Обмерные работы	определение основных размеров сооружения, его конструкций и элементов; измерение габарита приближения строений и элементов мостового полотна
Геодезические измерения	определение толщины слоёв дорожной одежды на проезжей части; измерения продольных и поперечных уклонов покрытия проезжей части на сооружении и на подходах; измерение угла пересечения или угла косины сооружения
Обследование визуально доступных конструкций сооружения с выявлением дефектов	обследование элементов мостового полотна, пролетных строений, видимой части опор, опорных частей, антисейсмических устройств, смотровых и эксплуатационных устройств, а также конусов и подмостового пространства; оценка повреждения несущих элементов, влияющие на несущую способность: механические, силовые, коррозионные; выявление затруднения для предусмотренных проектом деформаций и перемещений пролетных строений и опор; просадки и повороты опор
Приборное и инструментальное обследование конструкций	проверка соответствия положения опорных частей на опорах требованиям проекта; выполнение измерений необходимых для определения фактического состояния конструкций искусственного сооружения; измерение трещин; измерение ослабления сечений в местах коррозии; определение прочности бетона
Обработка данных по обследованию	составление продольной схемы сооружения составление поперечных сечений сооружения составление ведомости дефектов; обработка результатов геодезических измерений
Расчетно-конструкторские работы	расчетно-конструкторские работы, определение грузоподъемности сооружения
Разработка технического заключения и рекомендаций	анализ состояния конструкций сооружения, определение общей оценки его технического состояния, разработка технического заключения и рекомендаций по дальнейшей эксплуатации, назначение режима эксплуатации
Составление отчетной документации по результатам работы	технические сведения о мостовом сооружении; сведения о дефектах, работах нормативного содержания; сведения для расчета условий пропуска нагрузок; составление пояснительной записки

Основным оборудованием и приборами мониторинга являются:

3D-инклинометры

- 4D-акселерометры (чаще линейные серво-акселерометры и трех-координатные акселерометры);
- 6-12D-инерционные модули;
- тензодатчики (тензометры, обычно длиной 0.5 м) вибрационные и резистивные, датчики крена;
- датчики влажности, температурные датчики и датчики перемещения;
- метеостанция, погодная станция;
- пьезометры;
- волоконные решетки Брэгга (ВРБ);
- распределенная волоконная оптика;
- температурный и ветровой сенсор.

Требования:

- масштабируемость системы – расширение по мере добавления новых измерительных точек;
- удаленное администрирование системы;
- раннее оповещение о достижении критических порогов.
- доступ к информации о состоянии мостовых ферм в режиме реального времени;
- возможность идентифицировать воздействие трафика, температуры и частично погодных условий.
- непрерывный мониторинг качества бетона;
- контроль внутреннего напряжения в опорах моста;
- мониторинг состояния конструкции в наиболее важных местах эстакады на предмет напряжения и внешних воздействий для предотвращения возможных проверок.

Контроль качества изоляции (датчики устанавливаются под изолирующим слоем в глубине бетонного массива). Сенсоры (оптические тензометры) устанавливаются в наиболее критичных к нагрузкам и внешним воздействия (в полотне и пилонах моста). Визуально, расположение датчиков на опорах и полотне моста представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Размещение датчиков на мосту и приборы дистанционного мониторинга

На рисунке расположены: 1 – измерение ускорения и наклона: трехосный акселерометр и статический инклинометр с интерфейсом; 2 – измерение перемещения: трехосный -акселерометр, измеряющий перемещение, интегрируя ускорение дважды; 3 – измерение статической деформации: встраиваемый вибрационный проволочный тензометр предназначен для встраивания в бетонные конструкции для контроля статической деформации бетона; 4 – погодная станция "все в одном": погодная станция обеспечивает измерение относительной влажности, температуры, скорости и направления ветра, яркости и сумерек; 5 – динамический тензометрический датчик: болтовой динамический тензометр для установки на конструкцию; 6 – трехосный акселерометр с интерфейсом и диапазоном измерения 8g; 7 – измерение температуры асфальта; 8 – датчик коррозии; 9 – измерение температуры и влажности воздуха; Устройства DAQ: 10 – одноканальные и многоканальные распределенные устройства сбора данных, способных считывать данные с акселерометров, динамических тензодатчиков, термопар, ТДС, метеостанций, потенциометров; 11 – беспроводной регистратор данных VW для считывания данных с датчиков вибропроводов; 12– встраиваемая система сбора и регистрации данных.

Аналитика данных с приборов отражена на рисунке 2.

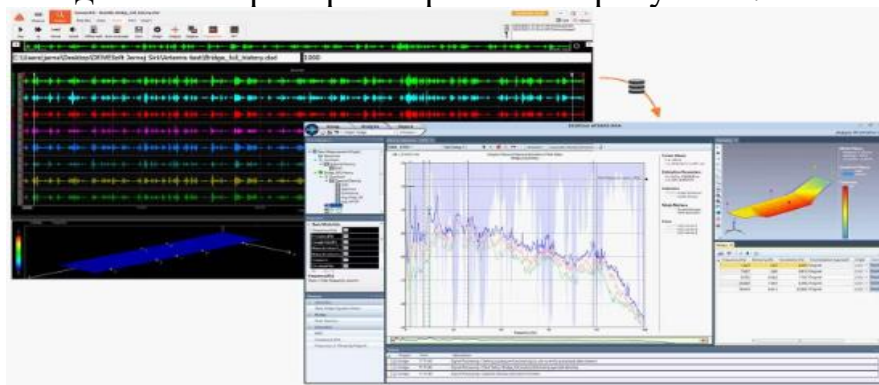


Рисунок 2 -статистика сбора данных с приборов мониторинга состояния моста

Проведем сравнение четырех разработчиков оборудования и приборов для мониторинга состояния мотов в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнительные характеристики систем мониторинга мостов отечественных и импортных разработчиков

Показатели	1	2	3	4
Возможности модального анализа	+	+	+	+
Многореферентный модальный тест		+	+	
Анимация и проецирование геометрии	+		+	+
Слияние нескольких файлов данных	+	+	+	+
Расширенный модальный анализ		+	+	+
Легкий экспорт данных в стандартные форматы файлов	+	+		
устройства для сбора данных работают в широком температурном диапазоне, при больших нагрузках в очень влажной среде.	+	+		+
размещать узлы сбора данных на расстоянии (max, м)	70	70	50	100
Дистанционный мониторинг и хранение данных	+		+	
Возможно подключать неограниченное количество средств просмотра данных в режиме реального времени без каких-либо дополнительных затрат.	+			+

1. ООО «НПЦ» БАУ-МОНИТОРИНГ», г. Москва;
2. ЗАО НТЦ "Мониторинг Мостов", г. Санкт-Петербург;
3. Xi'an Gavin Electronic Technology Co., Гонконг, Китай;
4. Dewesoft , Словения.

Анализ таблицы демонстрирует конкурентоспособность отечественных производителей дистанционного мониторинга состояния моста. В перспективе мониторинг мостов будут осуществлять с использованием лазеров применяя отражения луча от поверхности сооружения и фиксации изменения фазы. Так можно отследить перемещение конструкций, прогиб или колебания балок моста, их амплитуду. Основное преимущество системы – прямое взаимодействие между измерениями, вычислительными процессами и принятием решение: при проектировании механизма или сооружения, киберфизические системы позволяют минимизировать рутинные вычисления. Совместив датчики с вычислительными ресурсами и проанализировав результаты измерений, киберфизическая система самообучается, самонастраивается. В будущем можно будет вести мониторинг мостов и прочих сооружений в режиме реального времени и автоматически, без участия человека. посредством беспилотных летательных аппаратов.

Список источников

1. Пахомова Т.В., Рубцова С.Н., Слепцова Л.А., Ключиков А.В. Цифровые платформы для сельского хозяйства / В сборнике: Экономико-математические методы анализа деятельности предприятий АПК. Материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию Вавиловского университета. Под редакцией С.И. Ткачева. Саратов, 2023. С. 235-239.
2. Пахомова Т.В., Рубцова С.Н., Слепцова Л.А. Цифровизация и ее влияние на отдельные сектора экономики / В сборнике: Экономико-математические методы анализа деятельности предприятий АПК. Материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию Вавиловского университета. Под редакцией С.И. Ткачева. Саратов, 2023. С. 240-244.
3. Поминова Н.С., Слепцова Л.А. Цифровой передел. преимущества и риски цифровизации сельского хозяйства / В сборнике: Экономико-математические методы анализа деятельности предприятий АПК. Материалы V Международной научно-практической конференции. Под редакцией С.И. Ткачева. Саратов, 2021. С. 186-195.
4. Рубцова С.Н., Пахомова Т.В., Слепцова Л.А., Перетяцько А.В. Перспективные направления цифровизации сельского хозяйства в РФ / В сборнике: Экономико-математические методы анализа деятельности предприятий АПК. Материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию Вавиловского университета. Под редакцией С.И. Ткачева. Саратов, 2023. С. 281-285.
5. Ткачев С.И., Пахомова Т.В., Рубцова С.Н., Слепцова Л.А., Шибайкин В.А. Развитие сельского хозяйства саратовской области за счет совершенствования инвестиционной политики / Вестник Алтайской академии экономики и права. 2019. № 12-1. С. 155-161.

Научная статья
УДК 330

**Елена Сергеевна Гавва, Ксения Денисовна Дёмина,
Людмила Анатольевна Слепцова**

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Аннотация. В данной статье рассматривается понятие цифровая экономика. Страны мира уже долгое и время развиваются и создают новые инструменты для улучшения уровня жизни, различными способами упрощая её. Люди создают новые возможности и перспективы для развития.

Ключевые слова: экономика, перспективы, развитие, модернизация, тренды, уровень жизни

Elena S. Gavva, Ksenia D. Demina, Lyudmila A. Sleptsova

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilova, Saratov, Russia

THE DIGITAL ECONOMY IN TODAY'S WORLD

Annotation. The article discusses the concept of digital economy. The role of the digital economy in the modern world is analyzed. Approaches to building a digital economy have been identified. Development trends have been identified.

Keywords: economy, prospects, development, modernization, trends, standard of living

Одна из главных тем сегодняшних дискуссий – цифровая экономика (ЦЭ). Во всем мире разрабатываются и создаются новые инструменты, позволяющие по-разному повышать уровень жизни и облегчать ее. Люди создают новые возможности и перспективы развития.

Необходимо правильно проанализировать и сфокусироваться на роли цифровой экономики в современном мире. ЦЭ — это преобразование существующей информации в электронный формат, что облегчает перемещение между информацией, собранной в различных организациях. В цифровом формате легче найти информацию, записи или статистические данные, которые ищет пользователь. ЦЭ — это деятельность, напрямую связанная с развитием цифровых информационных технологий, в том числе онлайн-услуги, электронные платежи, электронную коммерцию и краудфандинг [1-2].

ЦЭ имеет отличительные особенности от реальной экономики:

1. Виртуальность цифровой экономики. ЦЭ может существовать только в виртуальном мире, являющийся совокупностью электронных сигналов и информации, хранящихся на различных носителях;

2. Зависимость от телекоммуникационных сетей и информационных технологий. В этом заключается фундаментальное отличие цифровой экономики от реальной. Если телекоммуникации и информационные технологии исчезнут, ЦЭ станет невозможной, поскольку все формы виртуальной экономической деятельности зависят от них. Прямое взаимодействие между производителями и потребителями. Развитие информационно-коммуникационных технологий позволяет "связать" производителя и каждого конечного потребителя. Длинные цепочки посредников сокращены, также на уровне компаний;

3. Персонализация. ЦЭ позволяет производить товары и услуги, отвечающие нуждам и потребностям каждого отдельного потребителя, а не среднего потребителя;

4. Высокие темпы роста. Интернет сделал товары и услуги более доступными. Это привело к увеличению спроса на продукцию и росту цифровой экономики;

5. Виртуальные продукты и электронные деньги. Они являются характерной чертой цифровой экономики, так как не могут существовать в реальной экономике [5].

Выделяют три базовые составляющие цифровой экономики:

- инфраструктура, в том числе оборудование, программное обеспечение, телекоммуникации.

- электронные транзакции – бизнес-процессы через компьютерные сети в контексте виртуального взаимодействия между виртуальными субъектами рынка.

- электронная коммерция. Доставка товаров через Интернет является крупнейшей частью цифровой экономики [3-4].

Около половины населения планеты использует интернет в своей повседневной жизни. Он позволяет людям быстро находить нужную им информацию в различных форматах. Не нужно идти в библиотеку, чтобы найти нужную книгу, можно купить любой товар или продукты питания. Покупка и

продажа товара или услуги — это экономические отношения [3].

Существует два подхода к построению цифровой экономики: плановый и рыночный. В настоящее время все стратегии цифровой экономики являются комбинацией этих подходов. Рыночный подход к построению цифровой экономики означает, что государство создает оптимальные условия, в том числе благоприятную среду для цифровой экономики, которая стимулирует компании к вхождению в новый сектор. Плановый подход к построению цифровой экономики предполагает постепенное развитие государственной инфраструктуры и целенаправленное "вливание" в этот сектор экономических субъектов [4].

Модернизация традиционных секторов производства и услуг, организация торговли и закупок, связанные с ними финансовые и логистические функции, изменения в структуре потребления в связи с распространением информационных технологий и цифровизация экономических процессов создают основу для появления новых рынков и рыночных условий, а также подходов к анализу, прогнозированию и принятию управленческих решений. По мере модернизации экономики большие данные и аналитические технологии становятся активом для правительств, бизнеса и гражданского общества. Также отсутствие физических границ в цифровом пространстве позволяет игрокам мировой экономики доступ к большим объемам данных [2]. Разработка национальных программ по развитию экономики нового поколения, в том числе развитие и распространение технологий, анализ и прогнозирование больших данных и применение новых методов управления, становится стратегической задачей для социально-экономического благополучия стран, и как необходимое условие сохранения суверенитета в условиях глобализации, а также реализации программ цифрового развития другими участниками глобального рынка.

Основными трендами цифровой экономики в России по расчётам приведены на рисунке 1.

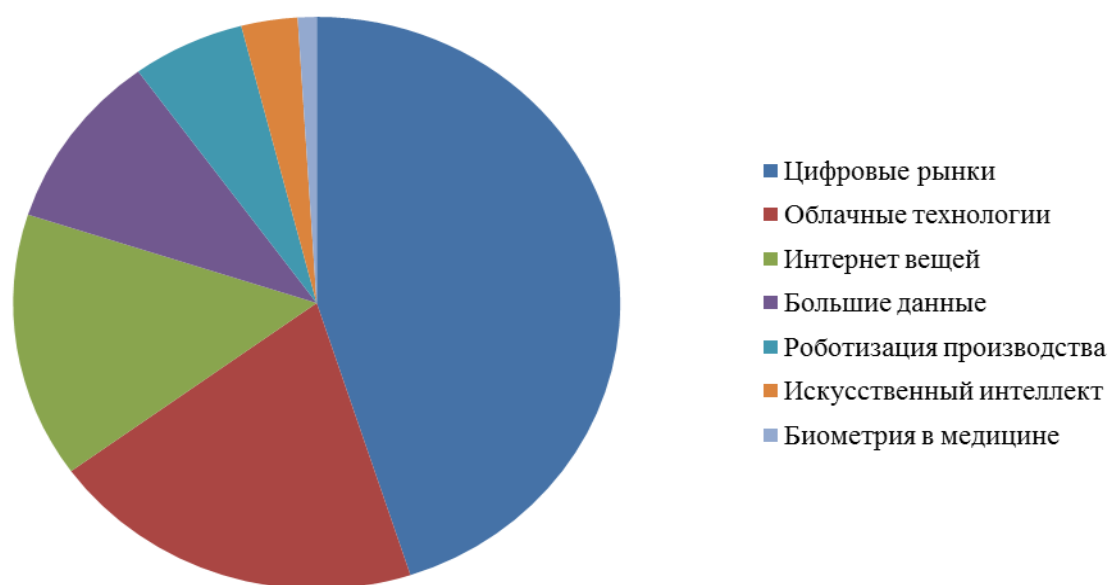


Рисунок 1 – Тренды цифровой экономики России

ЦЭ является динамично развивающейся формой ведения хозяйственной деятельности информационного общества. Она повсеместно внедряется и является элементом реального сектора экономики. ЦЭ меняет привычные формы и методы ведения хозяйственной жизни по всему миру.

Список источников

1. Быков А.Ю. Право цифровой экономики: некоторые народно-хозяйственные и политические риски / А.Ю. Быков. - М.: Проспект, 2019. -938 с.
2. Пахомова Т.В., Рубцова С.Н., Слепцова Л.А., Ключиков А.В. Цифровые платформы для сельского хозяйства / В сборнике: Экономико-математические методы анализа деятельности предприятий АПК. Материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию Вавиловского университета. Под редакцией С.И. Ткачева. Саратов, 2023. С. 235-239.
3. Пахомова Т.В., Рубцова С.Н., Слепцова Л.А. Цифровизация и ее влияние на отдельные сектора экономики / В сборнике: Экономико-математические методы анализа деятельности предприятий АПК. Материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию Вавиловского университета. Под редакцией С.И. Ткачева. Саратов, 2023. С. 240-244.
4. Поминова Н.С., Слепцова Л.А. Цифровой передел. преимущества и риски цифровизации сельского хозяйства / В сборнике: Экономико-математические методы анализа деятельности предприятий АПК. Материалы V Международной научно-практической конференции. Под редакцией С.И. Ткачева. Саратов, 2021. С. 186-195.
5. Рубцова С.Н., Пахомова Т.В., Слепцова Л.А., Перетяцько А.В. Перспективные направления цифровизации сельского хозяйства в РФ / В сборнике: Экономико-математические методы анализа деятельности предприятий АПК. Материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию Вавиловского университета. Под редакцией С.И. Ткачева. Саратов, 2023. С. 281-285.

Научная статья
УДК 004.896

**Роман Дмитриевич Гончаров, Александр Дмитриевич Исаев,
Александр Андреевич Алтарев, Артем Вячеславович Вахлюев,
Роман Валерьевич Герасимов**

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАКТОРА FENDT 936 VARIO

Аннотация. Рассмотрены информационные и программно-алгоритмические средства, применяющиеся в технологическом процессе выполнения технического обслуживания тракторов Fendt 936 Vario в агропромышленном комплексе.

Ключевые слова: техническое обслуживание тракторов, информационные средства, программно-алгоритмические средства, базы данных

**Roman D. Goncharov, Alexander D. Isaev, Alexander A. Altarev,
Artem V. Vakhlyuev, Roman V. Gerasimov**

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

INFORMATION AND SOFTWARE-ALGORITHMIC TOOLS IN THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF PERFORMING TRACTOR MAINTENANCE IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Annotation. Discusses information and software-algorithmic tools used in the technological process of performing maintenance of Fendt 936 Vario tractors in the agricultural sector.

Keywords: tractor maintenance, information tools, software and algorithmic tools, databases

Введение. Для эффективного обслуживания сельскохозяйственной техники требуется использование информационных средств, программно-алгоритмических средств.

Агропромышленный комплекс (АПК) является отраслью, где применение баз данных (БД), компьютерных программ и систем управления необходимо для повышения эффективности. БД используются для хранения информации о техническом состоянии тракторов, сроках проведения обслуживания, запасных частях. Эти данные используются для программ диагностики и планирования работ.

Программы диагностики позволяют осуществлять проверку работы техники на наличие неисправностей и определение причин возникновения проблем. Они могут предоставлять рекомендации по ремонту и предупреждать о необходимости замены деталей, а также использовать программы планирования работ для оптимизации использования ресурсов и распределения задач между сотрудниками сельхозпредприятия.

Разрабатываемая система предназначена для повышения производительности и позволяет снизить объем потерь горюче-смазочных материалов и влияние человеческого фактора на внутренние процессы. Также предлагается использовать в системе технического обслуживания (ТО) техники виртуальную и дополненную реальность так как, на долю простоев по техническим причинам приходится 14 % всей их суммы, или 2.1 % рабочего времени смены. По отдельным сменам показатели достигают 20 % и более. Поломки трактора составляют 6%, а сеялок и сцепок – 8 % всех простоев. Более 66 % простоев по техническим причинам, или 10 % всех простоев, происходит вследствие плохого качества ежесменных технических обслуживаний и нарушений правил эксплуатации машинно-тракторных агрегатов [1]. Отсутствие должного контроля за техническим состоянием агрегатов приводит к несвоевременному отказу. В результате вместо минутных затрат на машинном дворе или полевым стане бригады, в поле уходит в 3 раза больше времени.

Для своевременного проведения обслуживания тракторов Fendt 936 Vario предлагается разработка программного обеспечения по проведению ТО с интерактивной визуализацией средствами дополненной реальности. Для создания приложения используется интегрированная среда разработки Android Studio [2]. Программная часть использует оптический трекинг (маркерная, безмаркерная технология), позволяющая в процессе проведения работ маркировать элементы трактора. Если невозможно использовать маркерные точки или сканы (например, радиатор), то применяются нейронные сети. Система позволит производить запись выполняемых работ для последующей оценки инструктором.

Цель исследования – повышение эффективности выполнения операций технического обслуживания тракторов на основе разработки комплекса средств информационного обеспечения с применением машинного обучения.

Объект исследования – технологический процесс технического обслуживания тракторов с информационным обеспечением операций с применением машинного обучения.

Предмет исследования – информационные и программно-алгоритмические средства, а также взаимосвязи между ними в технологическом процессе выполнения операций технического обслуживания тракторов эксплуатирующей организацией.

Научную новизну представляет информационная модель системы ТО тракторов, отражающая выполнение операций в соответствии с нормативно-технической документацией.

Практическая значимость. Разработана система информационного обеспечения технического обслуживания тракторов с применением машинного обучения, предназначенная для использования в организациях и выполнении операций ТО. Решение представлено как единый технологический процесс совместно с техническим диагностированием. Комплекс информационных компонентов, а также программно-алгоритмические средства позволяют добиться более качественного выполнения операций обслуживания тракторов, сокращают время нахождения необходимых данных и знаний, снижают трудоемкость и затраты на техническое обслуживание.

Машинное обучение использует математические модели общего назначения для конкретных целей и задач. Существуют различные библиотеки для машинного обучения, такие как TensorFlow, Theano, PyTorch, Scikit-learn, Keras. Библиотека Keras предоставляет несколько способов создания модели нейронной сети – это модель прямого распространения, функциональное программирование. Для нее создается пустой каркас – `Tractor Belarus = Sequential()` [3]. С использованием конструкции создается пустая модель. Для добавления слоев в модель используется метод `add()`, чтобы формировать необходимую нам архитектуру нейронной сети, состоящую из последовательных слоев. Библиотека Keras дает широкий набор готовых слоев для решения задачи. Работа модели сводится к входным и выходным параметрам. В приведенном случае есть три входных параметра – X_1 , X_2 и X_3 , три скрытых нейрона – N_1 , N_2 и N_3 , один выходной нейрон Y и тринадцать весовых коэффициентов – $w_1, w_2, w_3, w_4, w_5, w_6, w_7, w_8, w_9, w_{10}, w_{11}, w_{12}, w_{13}$.

С использованием Keras, можно получить и установить веса модели. Метод `get_weights()` производит вычисление веса модели.

Keras вычисляет выходные значения с применением метода `predict()`. При выполнении этого метода в рассматриваемом случае получаем 3.68.

Object Detection – это определение объектов на изображении. Нейронная сеть или алгоритм определяют объект, а также записывают его позицию (параметры прямоугольников вокруг объектов) (рис. 1).

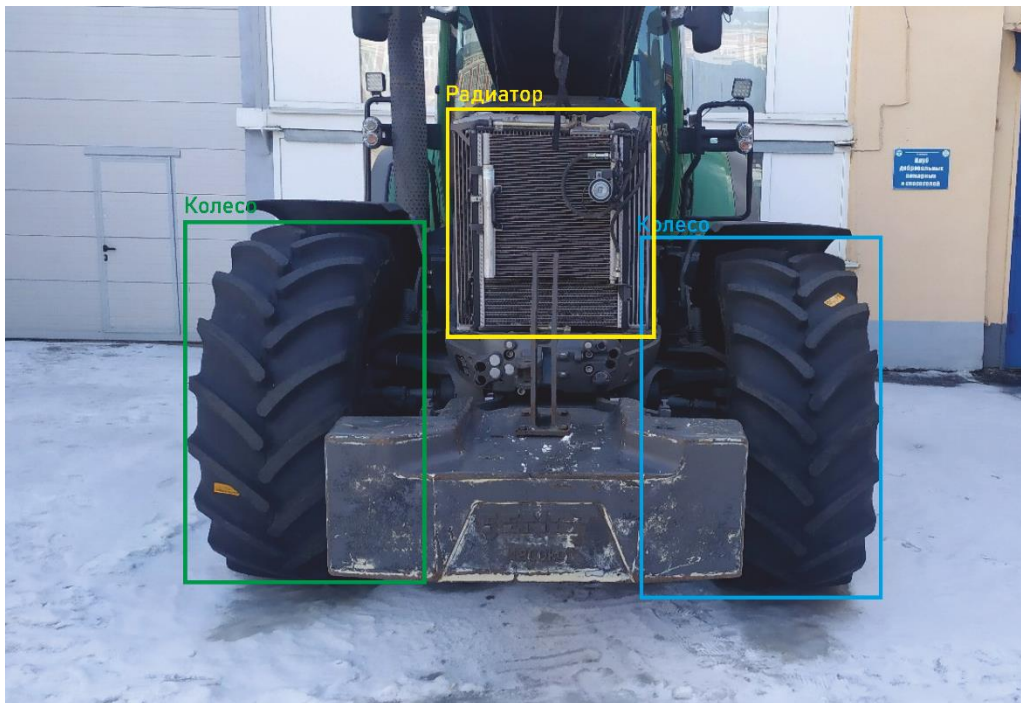


Рисунок 1 – Определение объектов с использованием нейронной сети

Для определения местоположения объектов используется ограничивающая рамка. Эта рамка определяется по x , y координатам левого верхнего угла и x , y координатам правого нижнего угла прямоугольника.

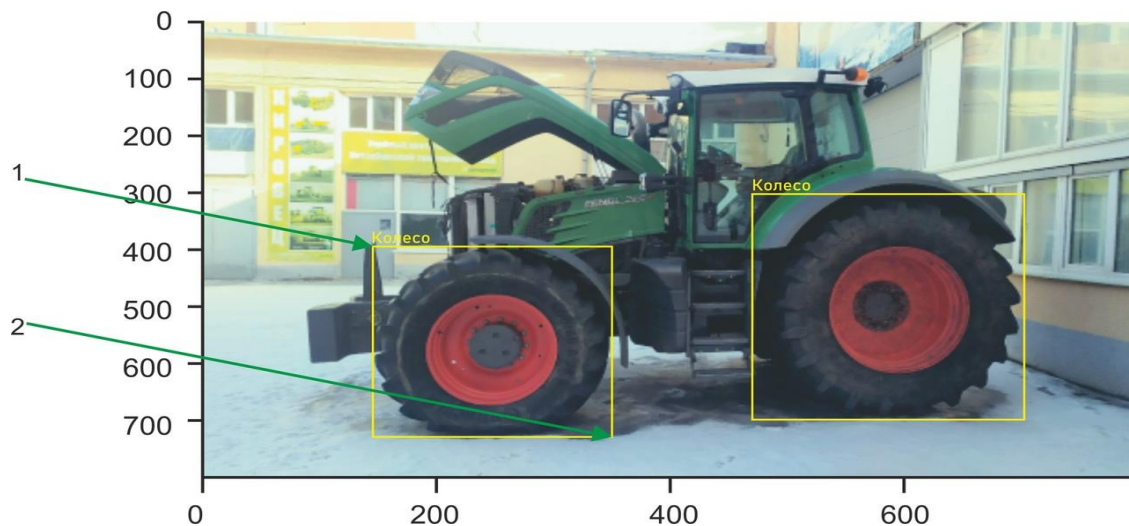


Рисунок 2 – Определение координат объектов с помощью нейронной сети

Ограничивающая рамка представлена четырьмя координатами в двух форматах: центрированный (s_x , s_y , w , h) и обычный (x_{min} , y_{min} , x_{max} , y_{max}).

Для выделения объектов у трактора на изображении (относительно других объектов), нужно ввести критерии (размер, цвет). Для разделения объектов друг от друга необходим алгоритм Selective Search. В основе лежит использование метода иерархической группировки (форма, цвет, текстуры) (рис. 3).

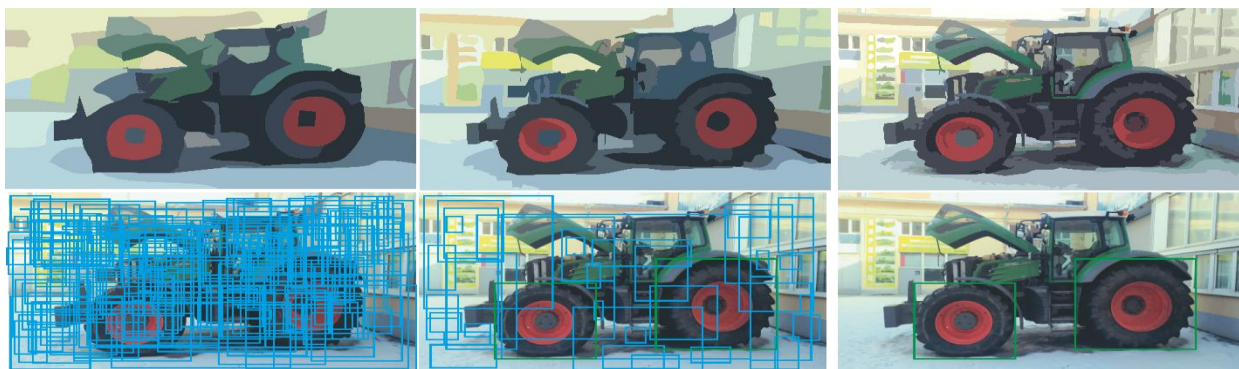


Рисунок 3 – Выделение искомых объектов относительно других

Ребра соединяют пару соседних пикселей и графы вершин являются интенсивностью текущего пикселя. Вес ребра – абсолютная разница интенсивностей пикселей вершин. С использованием графа выделяются сгруппированные фрагменты трактора. Процесс группировки схожих областей повторяется до тех пор, пока все изображение трактора не станет одной областью. Алгоритм селективного поиска реализуется с использованием детальной сегментации изображения в зависимости от интенсивности пикселей на основании сегментации и выборочного поиска [4].

Для решения задачи поиска объектов с одновременной их классификацией, используем модель Region-Based Convolutional Neural Network (R-CNN): генерацию областей интереса для исходного изображения, формирование карты признаков, классификация объектов. Модель R-CNN используется для обнаружения и классификации объектов на изображении. Она состоит из трех основных компонентов:

1. Предварительное выделение регионов. Этот компонент извлекает потенциальные области, где могут находиться объекты, с использованием алгоритма Selective Search.

2. Извлечение признаков для каждой области. Для каждой предложенной области из предыдущего шага, модель применяет свёрточную нейронную сеть (например, VGG16 или ResNet) для извлечения признаков. Это позволяет выделить характеристики объектов в каждом регионе.

3. Классификация и локализация объектов: Полученные признаки передаются в классификатор, определяющий принадлежность региона к классу объекта. Модель применяет регрессор для точной локализации объекта внутри каждого региона.

В результате, модель R-CNN возвращает прямоугольные области, в которых обнаружены объекты, а также их классы и оценки уверенности [5].

Заключение. Использование информационных технологий, программно-алгоритмических средств и баз данных в техническом обслуживании тракторов и другой сельскохозяйственной техники позволяет эффективно хранить и анализировать данные о техническом состоянии, проводить диагностику и планировать работы. Это способствует оптимизации процессов и повышению производительности в сельском хозяйстве.

Список источников

1. Дорохов А.С., Корнеев В.М., Катаев Ю.В. Технический сервис в системе инженерно-технического обеспечения АПК // Сельский механизатор. 2016. № 8. С. 2-5
2. Котов А.В. Применение информационных технологий в техническом обслуживании сельскохозяйственной техники // Труды Института техники и технологий РАСХН. - 2017. - Т. 14. - С. 157-162.
3. Лисовский Н.Н. Информационные технологии в сельском хозяйстве. Учебное пособие. - Москва: Колос, 2016.
4. Петров В.Н. Применение баз данных в техническом обслуживании сельскохозяйственной техники // Машиностроение и техносфера. - 2018. - № 3. - С. 43-48.
5. Смирнов В.С., Сидорова Е.А. Использование программно-алгоритмических средств в техническом обслуживании сельскохозяйственной техники // Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве. - 2019. - № 2. - С. 9-13.

Научная статья
УДК 619:616-07:004

**Роман Дмитриевич Гончаров, Андрей Дмитриевич Тарасов,
Семён Дмитриевич Россошанский, Марк Робертович Цагареишвили**
Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и
инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ ЦИФРОВОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Аннотация. В статье рассматривается проблема применения цифровых технологий в обучении: представлен пример функционирования цифровой обучающей платформы «Сектор». Разработана платформа основанная на принципе цифровых двойников и курсов по обучению растениеводству, животноводству и ветеринарии в формате VR и VR-360° для специалистов сельскохозяйственной отрасли, а также обучающихся высших и средне-специальных учебных заведений.

Ключевые слова: цифровая платформа, цифровые технологии обучения, сельское хозяйство, виртуальная и дополненная реальность

Roman D. Goncharov, Andrey D. Tarasov, Semyon D. Rossozhansky, Mark R. Tsagareishvili

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

DEVELOPMENT OF A COMPREHENSIVE DIGITAL TRAINING PLATFORM FOR AGRICULTURE

Annotation. The article discusses the issue of applying digital technologies in education: an example of the functioning of the digital training platform "Sector" is presented. The platform developed as a result of the work is based on the principle of digital twins and includes courses in crop production, animal husbandry, and veterinary medicine in VR and VR-360 formats for specialists in the agricultural industry, as well as students of higher and secondary specialized educational institutions.

Keywords: digital platform, digital learning technologies, agriculture, virtual and augmented reality

Введение. Цифровые платформы являются трендовым направлением в современном образовании, однако такие области, как растениеводство, животноводство и ветеринария имеют потребность в цифровизации образовательных процессов. В связи с увеличивающимся спросом на квалифицированных специалистов в этих отраслях и возрастающим уровнем цифровизации процесс обучения должен ускориться, но при этом, его качество должно оставаться на высоком уровне [1].

Специалисты по растениеводству, животноводству и ветеринарии сталкиваются с постоянным потоком новой информации, различными разработками и технологиями. При этом традиционные методы обучения (лекции и практические занятия) не всегда эффективны для освоения такого объема знаний. Не всегда есть возможность обеспечить студентов реальным опытом работы с животными, растениями и способствовать формированию рабочих компетенции.

Цифровая платформа в формате VR и VR-360° представляет собой уникальный инструмент для обучения. С использованием инструментов VR и VR-360°, студенты и специалисты имеют возможность погрузиться в виртуальную среду, имитирующую реальные условия работы в сельском хозяйстве и ветеринарии. Ученики могут изучать различные аспекты выращивания растений, ухода за животными, диагностики и лечения болезней виртуально, без риска нанесения вреда животным или растениям [2].

Платформа позволяет студентам и специалистам углубить свои знания и получить практический опыт. Студенты имеют возможность отработать несколько различных сценариев манипуляций с животными и выполнить обработку растений в различных климатических условиях, что позволяет понять специфику работы в аграрной сфере. Для преподавателей и специалистов по образованию платформа позволяет создавать интерактивные уроки и тренировочные программы [3].

Цифровая платформа позволяет проводить занятия в дистанционном формате. Студенты из различных регионов и стран могут получать доступ к знаниям в области растениеводства, животноводства и ветеринарии [4].

Цель работы. Повышение качества образования специалистов в области обучению растениеводству, животноводству и ветеринарии с использованием цифровой платформы «Сектор», состоящей из комплекса цифровых двойников в формате VR и VR-360°.

Основная часть. В результате проведенной работы создана обучающая онлайн-платформа. На рисунке 1 представлена главная страница платформы «Сектор».

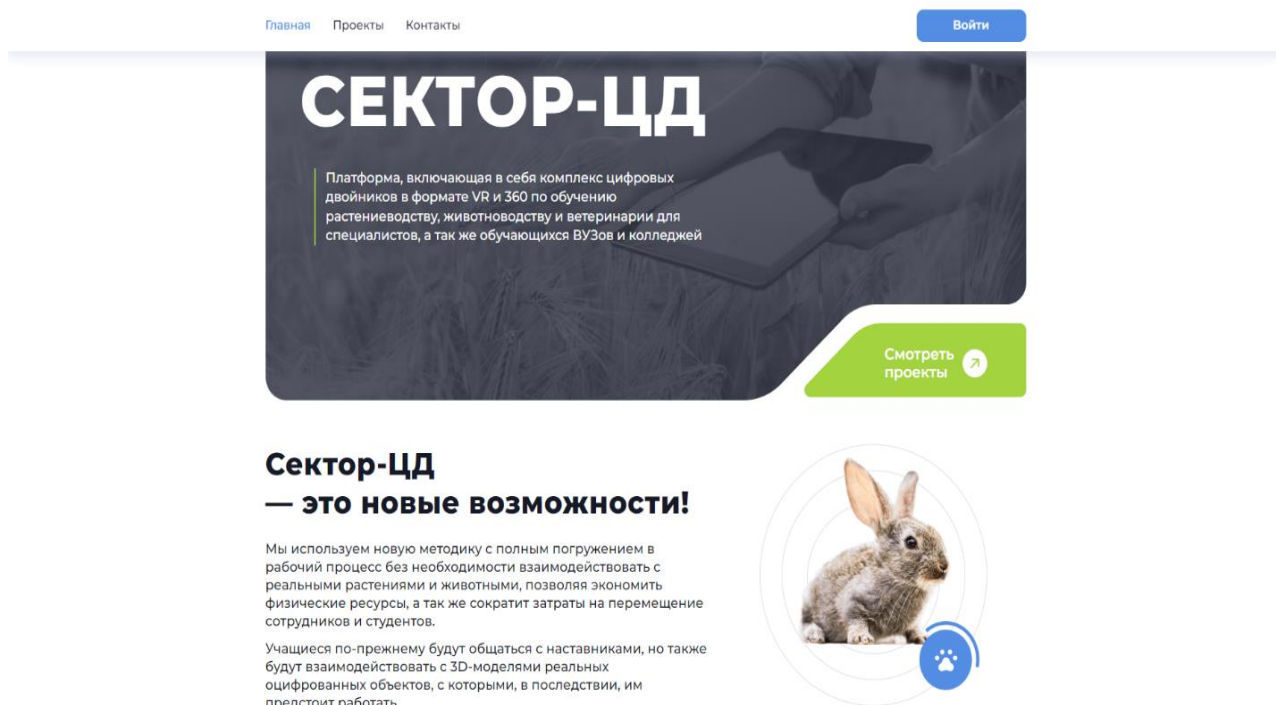


Рисунок 1 – Главная страница платформы «Сектор»

Сектор – платформа, состоящая из технологий: виртуальной реальности, 3D-моделирования и геймификации. Платформа позволяет эффективно имитировать реальные производственные процессы в сфере агрономии и ветеринарии (рис. 2) в виртуальном и интерактивном форматах, подготавливая новые кадры для экономики.

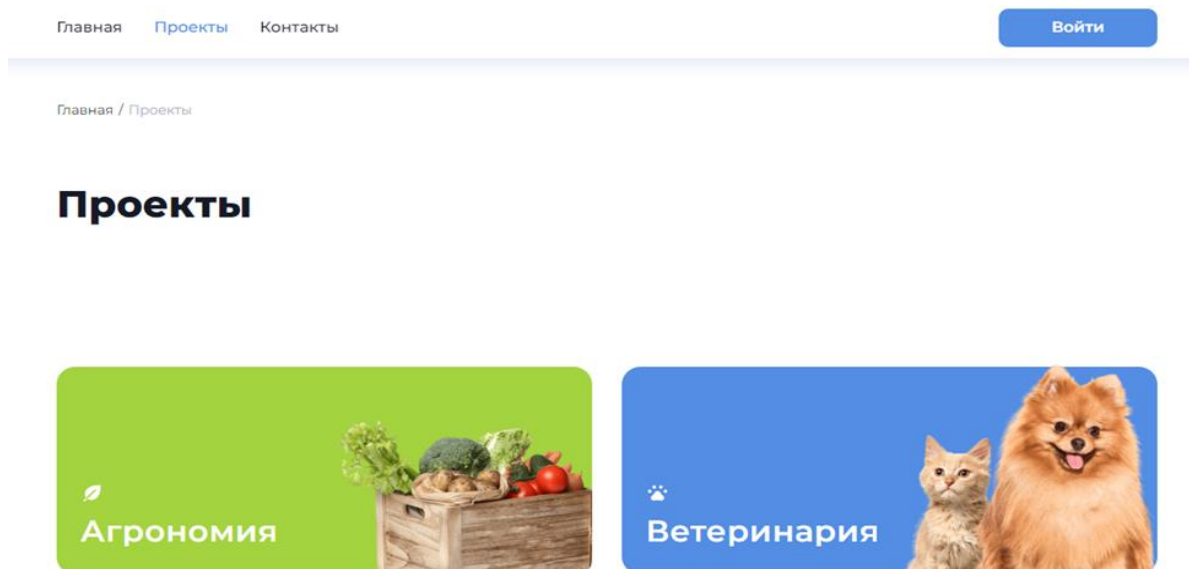


Рисунок 2 – Выбор направлений на платформе «Сектор»

Сельское хозяйство и ветеринария – отрасли, обеспечивающие продовольственную безопасность и здоровье животных. В условиях цифровизации экономики востребованы новые подходы к обучению в этих сферах. «Сектор» использует VR и 3D технологии для создания виртуальных тренажеров и симуляторов, а также интерактивные презентации и обучающие ролики. В разработке используются модели реальных оцифрованных объектов (рис. 3) и

специальные контроллеры (рис. 4,5), имитирующие работу с реальными инструментами. Это позволяет готовить специалистов, не прибегая к дорогостоящим практикам на реальных объектах.



Рисунок 3 – Оцифрованные модели деревьев для тренажёра по обрезке деревьев



Рисунок 4 – Выполнение обрезки в тренажёре по обрезке деревьев

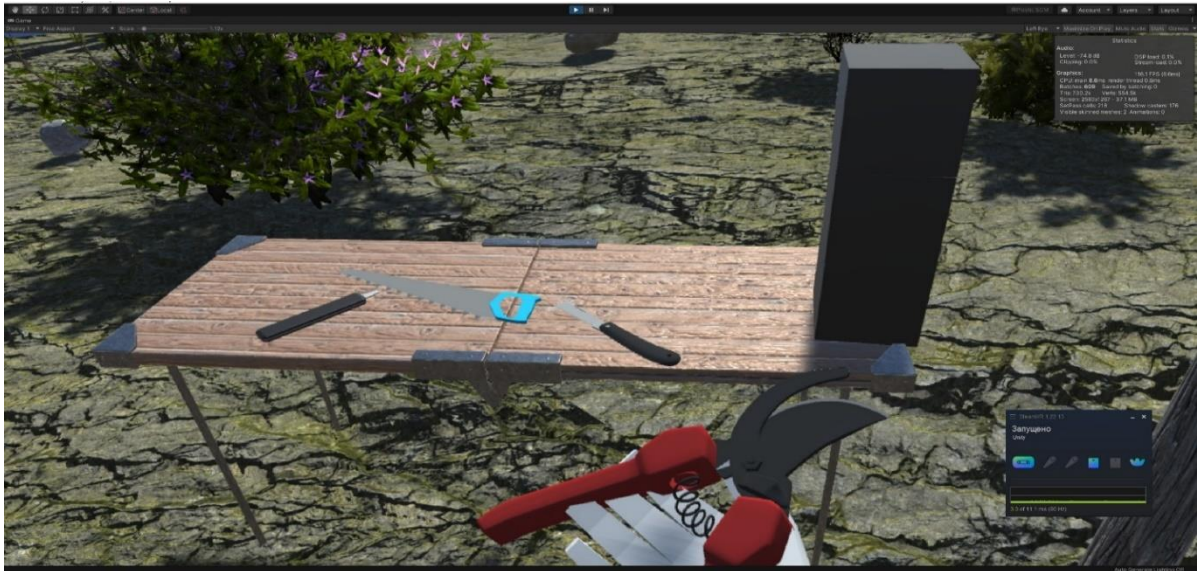


Рисунок 5 – Тренажёр по обрезке деревьев

Платформа не может полностью заменить опыт, получаемый в процессе практических занятий с животными и растениями, но позволяет ознакомиться с практическими задачами и приобрести базовые навыки работы.

Ключевые элементы платформы:

- VR-тренажёры с возможностью отработки практических навыков по уходу за животными, агротехническим работам, определению болезней растений и животных;
- 3D анатомические модели с высоким уровнем детализации (рис. 6);
- интерактивные обучающие курсы и видеоуроки (рис. 7-8);
- контроллеры, имитирующие работу с реальными инструментами;
- тесты и практические задания для закрепления материала.

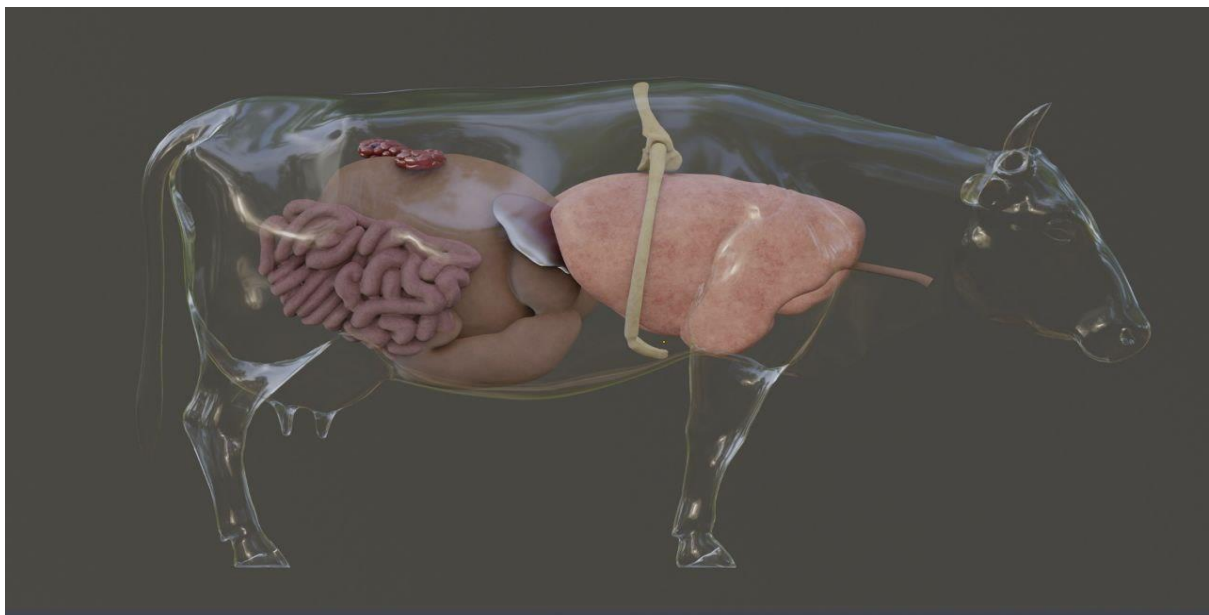


Рисунок 6 – 3D модель пищеварительной системы крупно-рогатого скота



Рисунок 7 – Интерактивный курс «Органеллы растительной клетки»

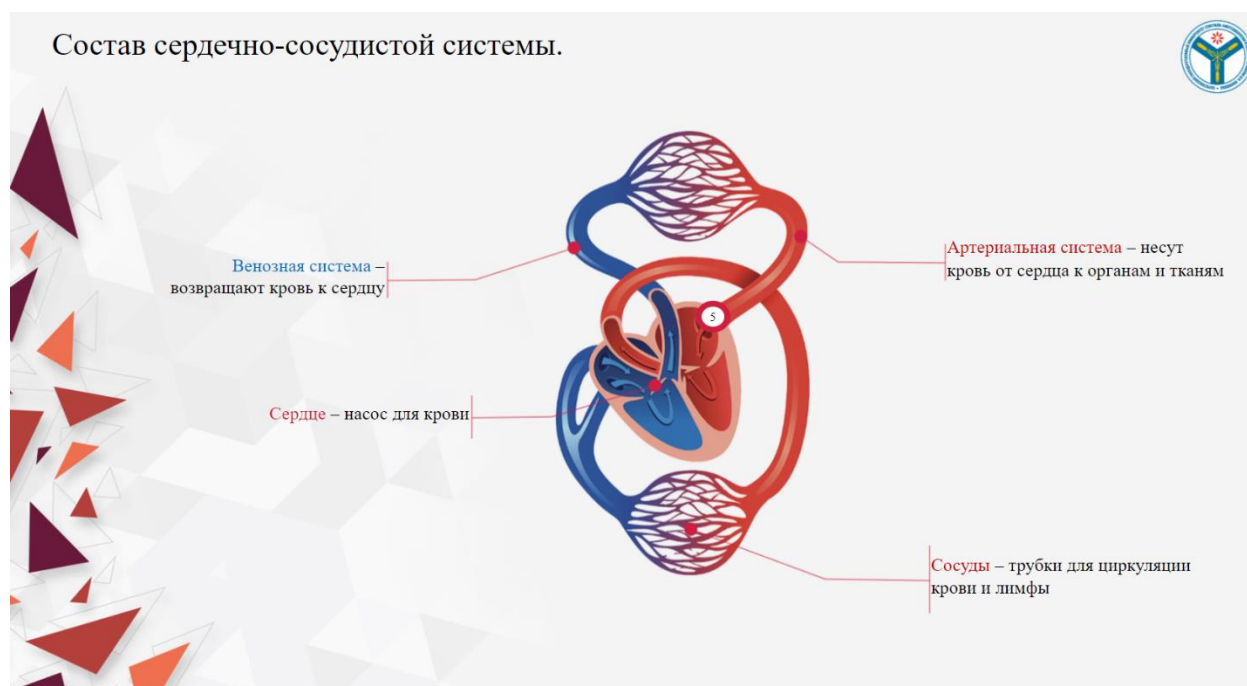


Рисунок 8 – Интерактивный курс «Сердечно-сосудистая система»

Заключение. Высокий уровень реалистичности обучения обеспечивается использованием моделей реальных оцифрованных объектов и специальных контроллеров, имитирующих работу с реальными инструментами. Разработка и внедрение инновационной цифровой платформы для обучения специалистов сельскохозяйственной отрасли является перспективное направление развития образования, способствует повышению качества подготовки выпускников и соответствует современным образовательным стандартам.

Список источников

1. Выделение однородных зон сельскохозяйственного поля для закладки опытов с помощью беспилотного летательного аппарата / В. М. Буре, Е. П. Митрофанов, О.А. Митрофанова и др. // Вестник Санкт-Петербургского университета. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. 2018. Т. 14. Вып. 2. С. 145-150.
2. Ганиева И.А., Бобров Н.Е. Цифровые платформы в сельском хозяйстве России: правовой аспект внедрения // Достижения науки и техники АПК. 2019. №9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-platformy-v-selskom-hozyaystve-rossii-pravovoy-aspekt-vnedreniya> (дата обращения: 13.11.2023).
3. Мировые тренды образования в российском контексте. Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». 2023. URL: https://ioe.hse.ru/edu_global_trends/#trend5 (дата обращения 12.11.2023).
4. Огневцев С.Б. Концепция цифровой платформы агропромышленного комплекса // МСХ. 2018. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-tsifrovoy-platformy-agropromyshlennogo-kompleksa> (дата обращения: 13.11.2023).

Научная статья
УДК 623.746

**Роман Дмитриевич Гончаров, Антон Александрович Курышов,
Александр Дмитриевич Исаев**

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ЭФФЕКТИВНОЕ ВЕДЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Аннотация. В статье рассмотрено состояние сельскохозяйственной беспилотной авиации в РФ, определены основные факторы, ограничивающие ее использование, очерчены возможные пути их преодоления. Отмечено, что использование беспилотной авиационной техники в сельском хозяйстве предполагает развитие тесного сотрудничества между отечественными производителями, эксплуатантами и потребителями услуг беспилотной авиационной техники.

Ключевые слова: точное земледелие, зона управления, сельхозпроизводитель, малое фермерское хозяйство, повышение урожайности, оптимизация, рентабельность, БПЛА

Roman D. Goncharov, Anton A. Kuryshov, Alexander D. Isaev

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

EFFICIENT AGRICULTURAL ACTIVITIES WITH THE USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES

Abstract. The article considers the state of agricultural unmanned aircraft in the Russian Federation, identifies the main factors limiting its use, and outlines possible ways to overcome them. It is noted that the use of unmanned aircraft in agriculture involves the development of close cooperation between domestic manufacturers, operators and consumers of unmanned aircraft services.

Keywords: precision farming, management zone, agricultural producer, small farm, increase in productivity, optimization, profitability, UAV

Введение. Развитие информационных технологий, миниатюризация аппаратных средств управления провоцируют тенденцию к минимизации роли человека в человеко-машинных системах, а в редких случаях даже полностью исключение его из контура управления техническими объектами. Эта тенденция относится к направлениям автоматизации, автоматике, роботизации и механотроники. В настоящее время изучаются аспекты создания и применения беспилотных транспортных средств: автомобилей, самоходных механизмов, бронетранспортеров, летательных аппаратов в том числе в сельском хозяйстве. Существуют примеры успешного применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для защиты растений от болезней и вредителей [1].

Анализу, классификации, целевому назначению в военном и гражданском сегменте, современным разработкам, дизайну, эволюции беспилотных авиационных систем (БАС) посвящены труды [2-3]. В работах [4-5] представлен системный анализ использования разного типа моделей БПЛА в гражданских целях, в том числе сельском хозяйстве. Перспективы развития БПЛА освещаются в ряде исследований зарубежных [6-8] и отечественных [9-10] авторов. Но и сегодня еще не определен полный перечень работ, которые можно выполнять с использованием БПЛА.

Цель исследования — рассмотреть возможности эффективного применения БПЛА в контексте развития сельскохозяйственной отрасли.

На сегодняшний день разработаны БПЛА в составе мобильных авиационных комплексов, но результаты, полученные в процессе этой деятельности — минимальны, что является прямым следствием отсутствия четкой позиции заявителя к проблемам, связанным с возможностью научно-промышленного комплекса.

Сегодня БПЛА используются в различных сферах жизни, в частности в сельском хозяйстве. Применение БПЛА в этой области необходимо в связи с требованиями к современному ведению сельскохозяйственной деятельности и учетом систем точного земледелия – системы управления производительностью посевов, основанных на использовании комплекса компьютерных технологий.

Приоритетность точного земледелия заложена в концепции, что при управлении растениеводством в небольших масштабах удастся избежать перерасхода ресурсов и повысить производительность отдельных участков поля – называемых «зон управления», что позволяет снизить затраты на производство единицы продукции и повысить отдачу с каждого квадратного метра земли. Это означает, что агроном на основе полученных входных данных имеет подробную информацию о каждой «зоне управления» и имеет возможность оптимизировать использование ресурсов. Несмотря на простоту концепции, ключевые компоненты точного земледелия не получили широкого распространения в нашей стране.

Агрономы средних и крупных фермерских хозяйств рассматривают массивы полей за традиционно определенными пределами, а в малых – как одно поле, используя унифицированное применение удобрений и других ресурсов для всего хозяйства или большого массива полей. Такой подход, доминирующий в большинстве фермерских хозяйств нашей страны, не дает оптимального

результата и не является эффективным. Для решения проблемы необходимо распределение поля на «зоны управления» в соответствии с системным анализом данных: проб почвы (разные зоны имеют разные качества почвы и потенциал), особенностей полей, топографических данных, влагообеспечения, а также к использованию удобрений, семян, на основе полученных от БПЛА данных.

Американские исследователи Буллок Д. С. и Буллок Д. Г. [11] утверждают, что для предоставления рекомендаций по обработке почвы и растений для отдельных участков полей требуется больше информации о взаимосвязи между урожайностью культур, нормами внесения удобрений, характеристиками почв и погодой. Это повышает ценность информации, получаемой технологиями точного земледелия.

Исследование американских ученых Малларин А. П. и Виттри Д. Дж. [12] по определению оптимальных размеров «зон управления» не дает конкретных рекомендаций, применимых на практике.

Ученые Сонмез Н. К. и Слейтер Б. С. [13] находят причинами таких результатов использование спутниковых снимков, имеющих достаточно низкое разрешение по сравнению с альтернативными средствами. Они обосновали, что использование снимков с большим разрешением, полученных от БПЛА, оказались информативнее для определения «зон управления». Косвенным подтверждением этому является экономический отчет Международной ассоциации беспилотных транспортных систем (Association for Unmanned Vehicle Systems International), где отмечено, что к 2027 году использование БПЛА в сельском хозяйстве будет вчетверо опережать их применение в других сферах экономики [14].

На распространение БПЛА в отечественном агросекторе оказывает влияние цена внедрения элементов точного земледелия, представленных в стране оборудованием зарубежных производителей. Средняя стоимость таких БПЛА для сбора и обработки данных сельхозгодий снизилась в последнее время в среднем на 11 % [15], однако она все еще остается достаточно высокой. Учитывая уменьшение доходов малых и средних отечественных фермерских хозяйств, из-за уменьшения цен на сельхозпродукцию, они не рассматривают использование технологий точного земледелия в своей деятельности. Выходом из этого положения может стать применение отечественных конкурентоспособных аналогов, а также приобретение соответствующих услуг. К таким услугам относятся, в частности, мониторинг и анализ почвы и состояния посевов на разных стадиях развития, карты обработки полей, внесение средств защиты растений. Отечественные компании предоставляют услуги по точному земледелию, используя для этого БПЛА преимущественно зарубежных производителей.

Ограниченность использования технологий точного земледелия обусловлена, недостаточной осведомленностью аграриев о повышении рентабельности фермерских хозяйств при использовании беспилотной техники. На сегодняшний день доходы отечественных сельхозпроизводителей уменьшаются из-за существенного увеличения затрат в структуре производства сельхозпродукции (табл. 1): за 2019 – 2021 годы совокупные затраты на производство

сельхозпродукции выросли в 1.58 раза, затраты на материально-технические ресурсы промышленного происхождения – в 1.5 раза. Это побуждает фермеров к поиску новых путей повышения урожайности.

Таблица 1 – Совокупные индексы затрат на производство сельскохозяйственной продукции в процентах в 2019-2021 годах

Отчетный год	Совокупный индекс затрат на производство с/х продукции в % к предыдущему году	в том числе:		Индекс цен на материально-технические ресурсы промышленного происхождения, потребляемые с/х
		продукция растениеводства	продукция животноводства	
2019	113,5	110,6	120,9	104,2
2021	121,8	123,1	118,2	124,6
2021	114,0	113,2	116,2	115,9

Внедрение точного земледелия позволит повысить рентабельность сельхозпродукции без снижения ее качества используя оптимизацию технологии выращивания с максимально эффективным использованием материальных и природных ресурсов. Раскрытие потенциала точного земледелия в нашей стране требует согласованных усилий государственных и местных органов, производителей и эксплуатантов беспилотной техники для предоставления убедительной информации о преимуществах этой технологии и более наглядной демонстрации потенциальной прибыли для средних и малых фермерских хозяйств.

Заключение. В статье определены основные факторы, препятствующие широкому применению БПЛА в сельском хозяйстве РФ, а именно традиционный подход к обработке больших массивов полей; высокая стоимость внедрения технологий точного земледелия для малых и средних фермерских хозяйств; недостаточная информированность аграриев о повышении рентабельности фермерских хозяйств при применении технологий точного земледелия. Определены возможные пути преодоления указанных факторов, предусматривающих распределение больших массивов полей на «зоны управления» в соответствии с системным анализом данных, использование БПЛА отечественного производства, предоставление соответствующих услуг производителями отечественных БПЛА, организацию комплекса мероприятий по развитию тесного сотрудничества между отечественными производителями, эксплуатантами и потребителями услуг беспилотной авиационной техники.

Перспективами дальнейших исследований могут быть методики расчета экономической эффективности применения элементов точного земледелия, разработке информационных систем принятия управленческих решений в фермерских хозяйствах.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. CB Insights. Research Drones. URL: <https://www.cbinsights.com/research/drones/> (Last accessed: 11.03.2023).
2. Матийчик М.П., Качало И.А. Тенденции применения беспилотных воздушных судов в гражданской авиации. XI международная научно-техническая конференция "АВИА 2013". 2013. С. 97.
3. Петров А.М., Агапов В.Н. Применение дронов в сельском хозяйстве. Молодой ученый. 2014. № 2(61). С. 182–184.
4. Харченко В.П., Прусов Д.Е. Анализ применения беспилотных авиационных систем в гражданской сфере. Вестник Национального авиационного университета. 2012. №4. С. 118-130.
5. Юн Г.М., Мединский Д.В. Применение беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве. Научные технологии. 2017. №4(36). С. 335-341.
6. Bullock D.S. and Bullock D.G. From Agronomic Research to Farm Management Guidelines: A Primer on the Economics of Information and Precision Technology. Precision Agriculture. 2000. p.71–101.
7. Mallarino A.P. and Wittry D.J. Efficacy of Grid and Zone Soil Sampling Approaches for Site-Specific Assessment of Phosphorous, Potassium, pH, and Organic Matter. Precision Agriculture. 2004. p.131–144.
8. Scharf P.C., Kitchen N.R., Sudduth K.A. and Davis J.G. Nitrogen Management. Field-Scale Variability in Optimal Nitrogen Fertilizer Rate for Corn. Agronomy Journal. 2005. p.452-461.
9. Глотов В.М., Кордуба Ю.Г. Применение стереофотограмметрического метода для создания карт материалов при проектировании генеральных планов сельских населённых пунктов. Геодезия, картография и аэрофотосъемка. 2011. № 74. С. 97-101.
10. Цимбалистова О.А. Развитие рынка услуг беспилотных летательных аппаратов как основное направление инновационного прогресса современной авиации Экономический анализ. 2015. Т. 19(1). С. 116-122.
11. Bullock D.S. and Bullock D.G. From Agronomic Research to Farm Management Guidelines: A Primer on the Economics of Information and Precision Technology. Precision Agriculture. 2000. p.71–101.
12. Mallarino A.P. and Wittry D.J. Efficacy of Grid and Zone Soil Sampling Approaches for Site-Specific Assessment of Phosphorous, Potassium, pH, and Organic Matter. Precision Agriculture. 2004. p.131–144.
13. Sonmez N.K. and Slater B.S. Measuring Intensity of Tillage and Plant Residue Cover Using Remote Sensing. European Journal of Remote Sensing. 2016. p.121–135.
14. The Economic Impact of Unmanned Aircraft Systems Integration in the United States. Association for Unmanned Vehicle Systems International. 2013. Arlington: AUVSI. URL: <https://higherlogicdownload.s3.amazonaws.com/AUVSI/958c920a-7f9b4ad2-9807->

f9a4e95d1ef1/UploadedImages/New_Economic%20Report%202013%20 Full.pdf
(Last accessed: 10.03.2023).

15. Атлас дронов для сельского хозяйства и рынок, 2018-2025. J's & P e s Consulting. URL: http://json.tv/ict_telecom_analytics_view/atlas-dronov-dlya-selskogohozyaystva-shbla-i-rynok-2018-2025-gg-20181228115129 (дата обращения: 11.03.2023).

Научная статья
УДК 331.45:004.8

**Ульяна Романовна Иванова, Дарья Александровна Русанова,
Юлия Владимировна Лажаунинкас**

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ОХРАНЕ ТРУДА

Аннотация. В статье рассматриваются перспективы работы с искусственным интеллектом в сфере охраны труда. Рассмотрены типы искусственного интеллекта, используемые специалистами охраны труда. Дана краткая характеристика искусственного интеллекта, нейронных сетей, охраны труда.

Ключевые слова: охрана труда, искусственный интеллект, нейронные сети

Ulyana R. Ivanova, Daria A. Rusanova, Julia.V. Lazhauninkas

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN OCCUPATIONAL SAFETY

Abstract. The article discusses the prospects for working with artificial intelligence in the field of labor protection. The types of AI used by occupational safety specialists are considered, and the neural network for occupational safety is considered separately. A brief description of artificial intelligence, neural networks, and labor protection is given.

Keywords: labor protection, artificial intelligence, neural networks

Промышленные предприятия используют системы, обеспечивающие контроль и выявление угроз, связанных с безопасностью работников: падения с высоты, воздействие рабочей техники или электроприборов [1]. Одной из важных функций искусственного интеллекта (ИИ) в области охраны труда (ОТ) является способность предсказывать и предотвращать несчастные случаи на рабочем месте [2]. Алгоритмы ИИ, анализируя исторические данные, могут выявить закономерности и тенденции, приводящие к несчастным случаям. Это позволяет организациям вовремя предпринимать предупредительные меры по снижению рисков и предотвращению подобных инцидентов [3].

Цель исследования – рассмотрение вариантов работы с искусственным интеллектом в охране труда.

Охрана труда – система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, состоящая из: правовых, социально-экономических, организационно-технических, санитарно-гигиенических, лечебно-профилактических и реабилитационных мероприятий.

В сфере управления ОТ сложность и объем операций постоянно растет, поэтому возникает необходимость в привлечении дополнительных ресурсов для снижения нагрузки и упрощения работы [4-5].

ИИ — свойство искусственных вычислительно-интеллектуальных систем выполнять задачи, считающиеся прерогативой человека, творческого характера, а также наука и технология создания интеллектуальных машин, особенно интеллектуальных компьютерных программ [6-8].

В ходе исследования рассмотрены следующие технологии и системы:

1. Технология машинного зрения. Может автоматически отслеживать видеопоток для выявления потенциальных опасностей. Программы могут обнаруживать возможные риски и предупреждать руководителей о возможных нарушениях. Также с использованием машинного зрения можно контролировать использование сотрудниками средств индивидуальной защиты, например, проверять, надевают ли электрики перчатки. В случае, если сотрудник не использует необходимые средства защиты, руководителю приходит уведомление, после чего он может обсудить нарушение с работником.

2. Виртуальная реальность. Ее можно применять для предоставления сотрудникам реалистичных моделей обучения. Например, компания Boeing разработала для своих сотрудников программу обучения виртуальной реальности для переноса аварийных сценариев (например, отказ двигателя или декомпрессия кабины). Эта программа способствовала уменьшению периода преподавания на 50 %.

3. Система распознавания голоса, основанная на обработке естественного языка, используется для улучшения процесса отчетности о несчастных случаях и травмах среди сотрудников. Работники могут произнести информацию о происшествии в микрофон, и программное обеспечение автоматически запишет все подробности инцидента.

Внедрение ИИ в механизмы и системы позволяет автоматизировать рутинные, трудоемкие или сложные процессы, увеличивая их точность и эффективность. Интеллектуальные возможности ИИ: предсказание и предотвращение несчастных случаев, мониторинг опасностей на рабочем месте и обнаружение проблем со здоровьем. С использованием этих возможностей, организации могут создавать безопасные и здоровые условия работы, что приводит к улучшению благополучия сотрудников, повышению производительности и сокращению затрат, связанных с несчастными случаями и травмами на рабочем месте.

Список источников

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 04.08.2023, с изм. от 24.10.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2023) №197-ФЗ // Собрание законодательства РФ. – 30.12.2001. – Ст. 424
2. Забавников А.Е. Искусственный интеллект и охрана труда / Забавников А.Е. // Охрана труда и техника безопасности на промышленных предприятиях. – 2018. – № 3. – С. 74-76.
3. Лажауникас Ю.В Доминирующие технологические векторы цифровой трансформации / Лажауникас Ю.В. // В сборнике: Экономико-математические методы анализа деятельности предприятий АПК. VI международная научно-практическая конференция. Саратов. – 2022. – С. 245-252.
4. Тимофеев С.С Новые возможности для охраны труда, связанные с применением технологий искусственного интеллекта / Тимофеев С.С., Михайленко И.А. // В сборнике: Безопасность – 2023. Материалы XXVIII Всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием. –2023. – С. 164-166.
5. Фомин А.И. Применение искусственного интеллекта в системах охраны труда / Фомин А.И., Игнатьева Е.А. // В сборнике: Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте. Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. Кемерово. – 2022. – С. 321-324.
6. Искусственный интеллект // Энциклопедия «Знание.Вики»: [Электронный ресурс] – URL: <https://znanierussia.ru/> (дата обращения 12.12.2023).
7. Московский городской центр условий и охраны труда: официальный сайт. [Электронный ресурс] – URL: <https://tenchat.ru/2263037> (дата обращения 12.12.2023).
8. Нейронные сети. [Электронный ресурс] – URL: <https://cloud.ru/ru/blog/neural-networks> (дата обращения 12.12.2023).

Научная статья
УДК 796.093

**Александр Владимирович Караваев, Юлия Андреевна Гуськова,
Екатерина Алексеевна Смирнова, Алёна Александровна Маркина,
Екатерина Владимировна Берднова**

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ГЕЙМИНГ И ЕГО РАЗВИТИЕ, КАК ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ МОЛОДЁЖИ

Аннотация. В статье представлено исследование по влиянию гейминга на навыки человека и о возможности его внедрения в образовательный процесс. Проведено тестирование скорости реакции на изменение цвета. Сделан вывод, что киберспорт развивает мышление, креативность, улучшают зрительное внимание и ускоряют процесс восприятия, также компьютерный спорт развивает, так называемые «мягкие» навыки.

Ключевые слова: киберспорт, образование, навыки, турниры, студенты

**Aleksandr.V. Karavaev, Julia. A. Guskova, Ekaterina A. Smirnova,
Alyona A. Markina, Ekaterina. V. Berdnova**

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

GAMING AND ITS DEVELOPMENT AS THE EDUCATIONAL POTENTIAL OF YOUNG PEOPLE

Annotation. The article presents a study on the influence of gaming on human skills and the possibility of its implementation in the educational process. The speed of reaction to color changes was tested. It is concluded that e-sports develops thinking, creativity, improves visual attention and accelerates the process of perception, and computer sports also develops the so-called “soft” skills.

Keywords: esports, education, skills, tournaments, students

Киберспорт (компьютерный спорт) – вид соревновательной деятельности и специальной подготовки к соревнованиям на основе видеоигр [1, 2].

25 июля 2001 года Россия стала первой страной, утвердившей киберспорт в качестве спортивной дисциплины. Во всех турнирах, проходивших по киберспортивным дисциплинам, осуществлялась официальная регистрация. Им присваивался официальный статус спортивного мероприятия. Подобный шаг позволял присваивать игрокам звания в игре и жизни [3, 5].

За пять лет существования киберспорта, существенных изменений не произошло. В связи с низкой популярностью, киберспорт был исключен из реестра официальных видов спорта в 2006 году, что впоследствии притормозило его развитие в России и повлияло на его распространение среди молодёжи [2, 7].

В период с 2006 по 2016 года формируются локальные киберспортивные сообщества в различных регионах страны. Турниры и соревнования по киберспорту не носили официального закрепления и проводились по инициативе спонсоров и самих игроков [3, 8, 20].

29 апреля 2016 года Министерством спорта России киберспорт был вновь включён в реестр официальных видов спорта [4, 9]. Решение показало, что государство заинтересовано в развитии нового спортивного направления. Однако возникает ряд проблем с развитием киберспорта, связанных с организацией, финансированием, а также региональным разделением в развитии гейминга [4, 6].

В настоящее время сформировались факторы, повышающие внимание киберспорта в нашей стране. Во-первых, российские киберспортсмены в составе команд выиграла три самых крупных мировых турнира в 2021 году [1, 3]. Во-вторых, гейминг развивается как направление спортивной экономики и индустрии развлечений, конкурируя за финансирование и аудиторию с популярными видами спорта [4, 9].

За последние 15 лет наблюдается распространение гейминга по всему миру [5, 7-8]. Киберспортивные турниры транслируются по телевидению и освещаются в средствах массовой информации. В России состязания по компьютерному спорту проводил телеканал Матч ТВ [5-6,10].

В рамках исследования проведён опрос среди абитуриентов, увлекающихся компьютерными играми. В опросе участвовало 112 человек. По результатам 64 % студентов играют в компьютерные игры ежедневно, 20 % от 4 до 6 раз в неделю, причём 82 % студентов тратят на это более 2 часов. Большинство из них (76 %) предпочитают использовать для игр ПК, а остальные (24 %) больше любят играть в компьютерных клубах (рис. 1).

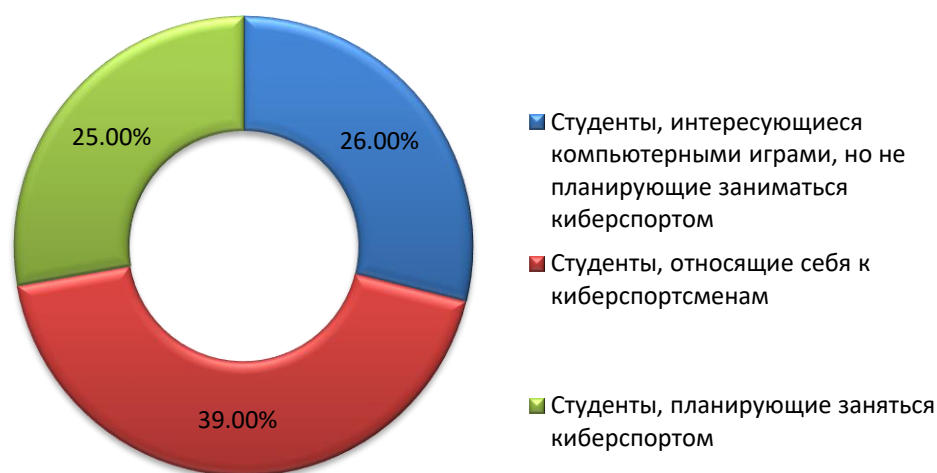


Рисунок 1 – Отношение к киберспорту участников опроса

На основании опроса можно сделать вывод, что киберспорт стал главным спортивным прорывом 21-го века.

Работодатели во всём мире конкурируют за специалистов, которые обладают профессиональным опытом и универсальными, «мягкими» навыками: коммуникабельность, позитивное мышление, гибкость, умение работать в команде. Такие навыки усиливают команды, делая их более эффективными в условиях постоянных изменений [2, 8]. Ценность качеств увеличивается, так как технологии не могут их заменить. Работодатели заинтересованы в таких навыках, в результате чего необходимы критерии оценивания их. Наибольшую роль «мягкие» навыки играют на этапе старта карьеры [2, 9]. Для их развития применяются компьютерные игры. С каждым годом всё больше научных исследований подтверждают эффективное использование компьютерных игр в качестве учебного материала. Она развивают мышление и креативность, помогают бороться со стрессом и принимать быстрые решения.

Симуляторы способствуют приобретению и закреплению навыков, практикуя их применение в виртуальной среде [4, 8]. В рамках проекта среди студентов проводилось тестирование скорости реакции на изменение цвета. Студенту необходимо нажать на левую кнопку мыши, после изменения цвета мишени. Всего было дано 10 попыток, учитывалось лучшее время за 10 попыток (табл. 1).

Таблица 1- Оценка скорости реакции на изменение цвета

Результат, мс	Оценка, балл
25 и меньше	35
26-27	30
28-29	20
30-31	10
32 и более	0

По результатам тестирования: 89 % студентов, увлекающихся компьютерными играми, набрали не менее 30 баллов, 9 % набрали 20 баллов и 2 % менее 20 баллов (рис. 2).

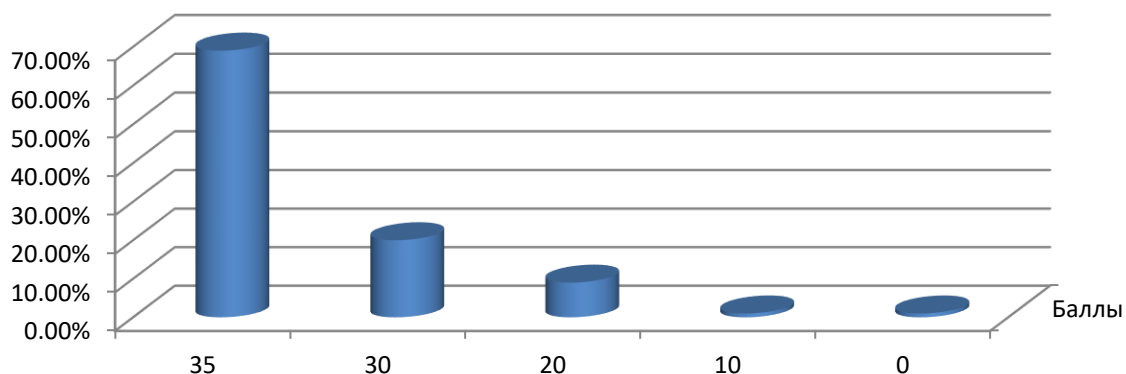


Рисунок 2 – Результаты тестирования скорости реакции на изменение цвета среди студентов, играющих в компьютерные игры

При этом только 7 % студентов, не играющих в компьютерные игры, набрали больше 20 баллов, 9 % набрали 20 баллов, 12 % набрали 10 баллов и 72 % набрали 0 баллов. В тестировании участвовало 210 студентов (рис. 3).

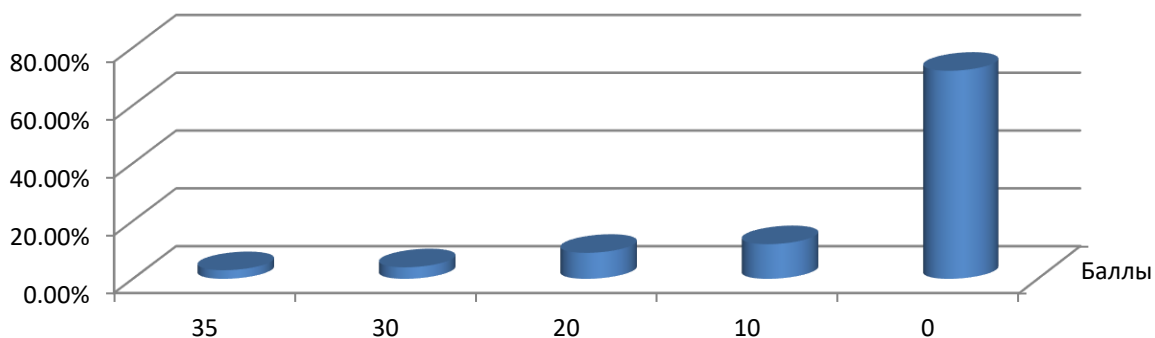


Рисунок 3 – Результаты тестирования скорости реакции на изменение цвета среди студентов, не играющих в компьютерные игры

По результатам исследования можно сделать вывод, что компьютерные игры улучшают зрительное внимание и ускоряют процесс восприятия.

Кроме «мягких» навыков и когнитивных способностей киберспорт может развивать конкретные профессиональные навыки: навыки, приобретённые в ходе тренировок, могут применяться в реальных ситуациях.

Компьютерные имитаторы и симуляторы рабочей среды могут использоваться как поддержка в обучении техническим навыкам в инженерно-техническом образовании и на производстве [2, 8].

Высшая школа экономики разрабатывает новые проекты, касающиеся внедрения игр в образовательный процесс. Среди последних разработок – игросимулятор для курса «Организационное поведение», нацеленное на оказание помощи при изучении психологии личности, ценностных ориентиров работников и социального окружения. Чтобы отработать полученные знания на практике, слушатель курса во время игры превращается в HR-специалиста. Его цель — искусно регулировать кадровую политику и добиваться стабильного роста показателей компании. За время игры можно построить карьеру от HR-менеджера в средней компании до HR-директора в крупной организации. На каждом новом уровне у игрока увеличивается бюджет, и расширяются полномочия, а добиваться целевых показателей становится сложнее. Пользователям приходится выбирать между максимальной производительностью труда, минимальной текучестью кадров и низким уровнем стресса сотрудников. По результатам прохождения игры оказалось, что у студентов улучшилось качество знаний по менеджменту (42 % студентов повысили свой балл по образовательной дисциплине) [4, 5].

В настоящее время страны со всего мира активно внедряются в киберспортивную сферу и борются за первенство в рейтинге лучших стран этого направления. В последнее время зарубежные страны внедряют компьютерные игры в образовательный процесс. Игру SimCity использовали в университете Bauhaus в Веймаре (Германия) в рамках курса «Управление технической инфраструктурой», чтобы проиллюстрировать сложную взаимосвязь между множеством факторов при построении комплексных систем. По мнению профессоров, использование этой компьютерной игры позволяет студентам понять важность правильного планирования инфраструктуры и своевременно корректировать планы. Хотя «SimCity» является однопользовательской игрой, в рамках курса студенты играют в группе за одного пользователя и имеют чётко определённую задачу и ограничение по времени. Они учатся командному взаимодействию и быстрому принятию решений [2, 7].

Компьютерные игры используются при изучении дисциплин на стыке инженерных и гуманитарных наук. Например, в университете Шеффилда (Великобритания) используется компьютерная игра «Cities: Skylines». В рамках курса студенты анализируют, как в игре внедрены практики устойчивого развития городской среды с точки зрения экономики, окружающей среды и общества [2, 8].

Заключение. Сфера гейминга активно развивается и внедряется в образование как в России, так и во всём мире. Успех во внедрении компьютерных игр в образовательный процесс возможен при междисциплинарном подходе, когда преподаватели дисциплин совместно с различными киберспециалистами, будут находить способы эффективного использования компьютерных игр для практики, профессиональных навыков и вовлечения студентов в изучение предмета. Способствует в этом формирование сообщества: методологов, авторов курсов, разработчиков и дизайнеров игр, киберспортивных клубов и их игроков. Внутри сообщества должен

происходить обмен опытом по включению киберспорта в образовательные программы для развития «мягких» навыков и по использованию киберспорта в существующих дисциплинах, а также сбор обратной связи от преподавателей, внедривших предложенные инициативы в процесс обучения.

По решению Правительства Российской Федерации реализуется программа «Киберспорт в школу», что сделает киберспорт образовательной дисциплиной. Согласно результатам исследования НИУ «Высшая школа экономики», посвящённого изучению российского киберспорта, в России больше 65 млн. геймеров, из которых 35.7 % (практически каждый третий) хочет сделать киберспорт своей профессией, что делает его одним из перспективнейших видов спорта, потенциал которого возможно использовать и в образовательном процессе.

Список источников

1. Кряжева Е.В., Купцов К.С. – Киберспорт как самостоятельный вид спорта / Заметки учёного, №2, 2023 г., С. 328-331.
2. Водолажский Г.И., Ахметов С.М., Алексанянц Г.Д., Водолажская М.Г. – Когнитивно-коррекционный потенциал спортсменов в киберспорте / Физическая культура, спорт – наука и практика, №1, 2023 г., С. 73-79
3. Ложеницына Н.Д. – Киберспорт в России / Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2022 г., С. 593-596.
4. Сапронов М.С., Крюков Р.В., Рытова А.А. – Современные проблемы развития киберспорта в России и пути их решения / Московский педагогический государственный университет, 2019 г., С. 245-251.
5. Абдеев Р.Р. – Становление экономики киберспорта / Башкирский государственный университет, 2020 г., С. 196-201.
6. Шумакова О.В., Помогаев В.М., Мозжерина Т.Г., Крюкова О.Н., Косенчук О.В. – Цифровая экосистема университета: наука и образование / Омский государственный университет имени П.А. Столыпина, 2022 г., 62 с.
7. Кравченко Д.В., Бельский И.В., Старжинский В.П. – Киберспортивное соревнование как новация информационного общества и методология его проектирования / Системный анализ и прикладная информатика, №3, 2019 г., С. 65-74.
8. Корчемная Н.В. – Системный анализ жизнедеятельности сообщества студентов, занимающихся киберспортом / Проблемы современного образования, №1, 2020 г., С. 198-204.
9. Голубева Г.Н., Артемьев Р.В. – Анализ социокультурных факторов привлечения студентов к занятиям киберспортом / Наука и спорт: современные тенденции, №4, 2022 г., С. 120-125.
10. Архипов В.А., Муза Д.Е. – Организация международных спортивных мероприятий: политический аспект / Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», №13-1, 2021 г., С. 14-20.

© Караваев А.В., Гуськова Ю.А., Смирнова Е.А., Маркина А.А., Берднова Е.В., 2023

Научная статья
УДК 331.45:004.8

**Никита Олегович Клименко, Адам Исмаилович Идрисов,
Юлия Владимировна Лажаунинкас**

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЫБРОСА АХОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ

Аннотация. В статье рассматривается проблема определения количественных характеристик выброса аварийно химически опасного вещества (АХОВ). Рассмотрены методика по определению эквивалентного количества вещества в первичном и вторичном облаке с использованием программно-аппаратных средств. Дана краткая характеристика первичного облака, вторичного облака и аварийно химически опасного вещества.

Ключевые слова: АХОВ, аварийно химически опасное вещество, программно-аппаратное средство, количественная характеристика выброса

Nikita. O. Klimenko, Adam I. Idrisov, Julia. V. Lazhauninkas

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

DETERMINATION OF QUANTITATIVE CHARACTERISTICS OF THE RELEASE OF DAMAGES USING SOFTWARE AND HARDWARE

Abstract. The article discusses the problem of determining the quantitative characteristics of the release of hazardous chemicals. A method for determining the equivalent amount of matter in a primary and secondary cloud using software and hardware is considered. A brief description of the primary cloud, secondary cloud and hazardous chemical substance (HCS) is given.

Keywords: HCS, hazardous chemical substance, software and hardware, quantitative characteristics of emissions

В современном мире, аварии антропогенного, техногенного характера на химически опасных объектах представляют угрозу для человека. Химизация индустрии провоцирует увеличение вероятности возникновения техногенной опасности, связанной с химической аварией. Химические аварии разрушительно влияют на экосистему в связи с выбросом аварийно химически опасных веществ, человеческими жертвами и материальным ущербом.

Аварийно химически опасные вещества (АХОВ) – используемые в технологическом процессе вещества, которые при аварийном выбросе могут причинить вред здоровью или угрожать жизни людей, животных, а также негативно влиять на окружающую среду.

Первичное облако – облако паров аварийно химически опасного вещества, образующееся при разрушении емкости, из-за перехода в атмосферу пролитого при аварии вещества, распространяясь по ветру от места выброса.

Вторичное облако – облако паров аварийно-химически опасного вещества, образующееся в связи с длительным выбросом вещества, а также испарением его с поверхности или из разгерметизированного оборудования с дальнейшим распространением по ветру от места выброса.

Методики расчета в совокупности с информацией от специалистов могут, используя входные данные, рассчитать количество вредного вещества из-за химической аварии. Автоматизация процесса позволит каждому пользователю программно-аппаратного средства произвести расчет количества вредного вещества в первичном и вторичном облаке.

Цель исследования автоматизировать расчет эквивалентного количества аварийно химически опасного вещества в первичном и вторичном облаке с использованием программно-аппаратных средств.

По методике расчета количества вещества в первичном и вторичном облаке разработан алгоритм расчета аварийно-химически опасного вещества в первичном и вторичном облаке. На основе алгоритма, реализованы макросы на VBA, позволяющие на основе внесенных в книгу Microsoft Excel методических указаний и справочных таблиц, осуществить процесс расчета, а также автоматизировать его для каждого вещества.

В разработанном программно-аппаратном средстве, представленном на рисунке 1, предлагается ознакомиться с элементами расчета количества аварийно химически опасного вещества в первичном облаке. Элементами расчета являются: указанные пользователем наименование АХОВ; количество АХОВ, содержащихся в технологической системе Q , т; скорость ветра, V , м/с; температура воздуха, град. С; вертикальная устойчивость воздуха представлена тремя состояниями (изотермия, конвекция, инверсия); агрегатное состояние АХОВ, указывается в формате газа или жидкости.

На основе введенных пользователем данных и указанных в справочной таблице коэффициентов K_1 , K_2 , K_3 , K_7 (для разной температуры принимается присвоенные значения коэффициента), а также плотности АХОВ для каждого вещества, рассчитывается эквивалентное количество вещества в первичном облаке по формуле: $Q_{э1} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot Q_0$, где K_1 – коэффициент, зависящий от условий хранения АХОВ (принимается по таблице); K_3 – коэффициент

равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой (принимается по таблице); K_5 – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости воздуха, принимается равным: для инверсии – 1, для изотермии – 0.23 для конвекции – 0.08; K_7 – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха, принимается по таблице; Q_0 – количество АХОВ в технологической системе.

№	А	В	С	Д	Е	Г	Н	И	К	Л	М	О	Р
1	Наименование АХОВ	Хлор	эквивалентное количество вещества в первичном облаке: $Q_{01} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot Q_0$										
2	Количество АХОВ, содержащихся в технологической системе	40	Чтобы открыть VBA для редактирования кода, нажмите ALT+F11										
3	Q, т												
4	Скорость ветра, V, м/с	2											
5	Температура воздуха, град. С	0	эквивалентное количество вещества во вторичном облаке										
6	Вертикальная устойчивость воздуха	Изотермия	$Q_{02} = (1 - K_1) \cdot K_1 \cdot K_1 \cdot K_1 \cdot K_1 \cdot K_1 \cdot \frac{Q_0}{h \cdot d}$										
7	Расстояние от источника заражения до заданного объекта заражения, км	2											
8	Агрегатное состояние АХОВ	Газ											
10	Справочные таблицы												
11	Характеристика ахов и вспомогательные коэффициенты для определения глубин зон												
12	Наименование АХОВ	Плотность АХОВ, т/м ³		Температура кипения, °С	Пороговая токсодоза за Мг/л	Значения вспомогательных коэффициентов							
газ						жидкость	K ₁	K ₂	K ₃	K ₇			
		Для -40° С	Для -20° С							Для 0° С	Для 20° С	Для 40° С	
18	Хлор	0,0032	1,553	-34,1	0,6	0,18	0,052	1	0	0,3	0,6	1	1,4
19									0,9	1	1	1	1
20	Сероводород	0,0015	0,964	-60,35	16,1	0,27	0,042	0,036	0,3	0,5	0,8	1	1,2
21									1	1	1	1	1
22	Оксид этилена	-	0,882	10,7	2,2	0,05	0,41	0,27	0	0	0	1	3,2
23									0,1	0,3	0,7	1	1

Рисунок 1 – Программно-аппаратное средство для расчета эквивалентного количества АХОВ в первичном и вторичном облаке

Далее рассмотрим процесс выполнения программой запроса по расчету количества вещества (хлора) в первичном облаке. По алгоритму, сначала указываются переменные «Dim», далее присваивается с использованием команды «Cells» значения ахов – наименование АХОВ; Q0- количество АХОВ в технологической системе; vuv – вертикальная устойчивость воздуха. Значения присваиваются по указанному адресу ячейки (первое значение определяет номер строки, второе значение определяет номер столбца)

Далее описывается условие, если вещество «наименование вещества», то: K1=(адрес ячейки); K3=(адрес ячейки). В зависимости от вертикальной устойчивости воздуха, присваивается соответствующее значение для коэффициента K5.

Используя условие «if» и «then», указываем соответствующие адреса ячейки для коэффициента K7, в зависимости от температуры воздуха.

Вычисление эквивалентного количества вещества в первичном облаке происходит на основе прописанных коэффициентов, а также значения Q0, что в конечном итоге, благодаря команде «MsgBox», выводит полученный результат для пользователя.

Пользователь сможет выполнить расчет благодаря функции программы Microsoft Excel под названием «Макросы», где будут указаны аварийно химически опасные вещества для первичного и вторичного облака.

Расчет эквивалентного количества вещества для вторичного облака происходит по тому же алгоритму, но по другой формуле, где приписываются новые коэффициенты.

Формула для расчета эквивалентного количества вещества во вторичном облаке: $Q_{э2} = (1 - K1) \cdot K2 \cdot K3 \cdot K4 \cdot K5 \cdot K6 \cdot K7 \cdot \frac{Q_0}{h \cdot d'}$

где $K2$ – коэффициент, зависящий от физико-химических свойств АХОВ, принимается по таблице; $K4$ – коэффициент, учитывающий скорость ветра, принимается по таблице; $K6$ – коэффициент, зависящий от времени, прошедшего после начала аварии. Его значение принимается равным единице; d – плотность АХОВ, T/m^3 , принимается по таблице; h – толщина слоя АХОВ, м, принимается равной 0,05 м.

Аналогично как и для расчета эквивалентного количества вещества в первичном облаке, мы берем температуру воздуха и вертикальную устойчивость воздуха по адресу ячейки, но весомым отличием будет появление коэффициента $K4$, который мы берем по адресу ячейки из таблицы «Значение коэффициента $K4$ в зависимости от скорости ветра». Также одним из отличий от расчета первичного облака будет появление величины d , которая зависит от агрегатного состояния вещества.

На основе коэффициентов, представленных в справочных таблицах и введенных пользователем данных, выводится результат расчета эквивалентного количества вещества для первичного и вторичного облака.

Таким образом, исходя из проделанной работы, можно сделать вывод, что авторам удалось автоматизировать расчет эквивалентного количества аварийно химически опасного вещества в первичном и вторичном облаке, дать характеристику понятию АХОВ, первичное и вторичное облако. Благодаря функциональным возможностям Microsoft Excel, стало возможно осуществить и автоматизировать расчет для отдельного аварийно химически опасного вещества в первичном и вторичном облаке, используя методические данные и введенные пользователем наименования АХОВ, значения количества АХОВ, содержащихся в технологических системах, скорости ветра, температуре воздуха, вертикальной устойчивости воздуха, а также агрегатному состоянию вещества. Был описан алгоритм расчета эквивалентного количества вещества с помощью программно-аппаратного средства, который может помочь будущим специалистам в учебных целях и дипломированным специалистам работающим непосредственно на химически опасных предприятиях.

Список источников

1. Главное управление МЧС России по Саратовской области [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://64.mchs.gov.ru/deyatelnost/poleznaya-informaciya/rekomendacii-naseleniyu/chs-tehnogenного-haraktera/himicheskaya-avariya> (дата обращения 11.12.2023).
2. Руководящий документ РД 52.04.253-90 от 01.07.90 г. Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте.
3. Федеральный Закон от 21.12.94 №68 ФЗ «О защите населения и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (в редакции Федерального закона от 23.06.2016 г. №218 ФЗ).
4. Зейнетдинова О.Г. Совершенствование алгоритмов оценки экологического ущерба от загрязнения окружающей среды при авариях с выбросом АХОВ и пожарах / Зейнетдинова О.Г., Данилов П.В., Титова Е.С., Кокурин А.К., Кокурина Г.Н. // Современные проблемы гражданской защиты. – 2022. – № 4 (45). – С. 58-63.
5. Суханов М.А. Моделирование аварийных ситуаций на объектах хранения нескольких видов АХОВ при их совместном разрушении / Суханов М.А., Абдулина Е.Р. // Актуальные проблемы обеспечения безопасности в техносфере и защиты населения и территорий в чрезвычайных ситуациях. Сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции. Ставрополь, 2021. – С. 83-86.
6. Финагенова О.Б. «Нулевой выброс» - проект автоматизированной платформы учета выбросов углерода на базе искусственного интеллекта / Финагенова О.Б., Фролова Е.Е., Шукалович Л.А. // Потенциал логистики XXI века: молодежное измерение. Сборник научных статей и научных проектов. Под редакцией Т.Г. Шульженко. Санкт-Петербург. – 2023. – С. 161-167.
7. Щерблыкина Д.А. Опасные факторы при авариях с АХОВ / Щерблыкина Д.А. // Непрерывная система образования. Инновации и перспективы. Сборник статей международной студенческой конференции. – 2020. – С. 112-116.

Научная статья
УДК 635.134

**Аркадий Викторович Ключиков, Сергей Сергеевич Елисеев,
Юрий Николаевич Гречечук, Марк Робертович Цагареишвили**
Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и
инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАБОТЫ ПРИЛОЖЕНИЯ ВИРТУАЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ

Аннотация. В работе описан процесс визуального представления методического материала приложения виртуального тренажера для образования, представлена разработка видеосопровождения лабораторной работы на предмет изучения действия силы Архимеда.

Ключевые слова: виртуальные лаборатории, цифровое образование, геймификация, видеосопровождение, Unity

**Arkady V. Klyuchikov, Sergey S. Eliseev, Yuri N. Grepechuk,
Mark R. Tsagareishvili**
Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I.
Vavilov, Saratov, Russia

DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR OPERATING A VIRTUAL SIMULATOR APPLICATION FOR EDUCATION

Annotation. The paper describes the process of visual presentation of methodological material for the application of a virtual simulator for education, and presents the development of video support for laboratory work on the subject of studying the action of the Archimedes force.

Keywords: virtual laboratories, digital education, gamification, video support, Unity

Введение. Одним из элементов полноценного погружения ученика в образовательный процесс является визуальное представление выполняемых действий. Через цифровое пространство описать выполняемые действия в практических и лабораторных работах возможно несколькими способами: присутствием учителя онлайн через сервисы беспроводного взаимодействия (видеоконференции) и оффлайн через формат ранее записанного видео учителем [1].

Основная часть. Преимущества онлайн формата в прямом взаимодействии учителя и ученика в режиме реального времени, что позволяет ученику получать ответы на интересующие вопросы, при необходимости корректировать свои действия, однако, в таком случае учителю требуется выделять дополнительное время для взаимодействия с учеником, что противоречит идее проекта – разгрузке учителя.

При использовании формата записанных видео эта проблема решается, однако, для полноценного погружения ученика в образовательный процесс необходимо учесть все преимущества онлайн формата и реализовать их [4].

Поэтому, запись видео-лекций к практическим работам предполагает методическую подготовку – необходимо записать видео, чтобы предоставить ученику всю необходимую информацию для успешного изучения материала. Такая подготовка состоит из: формирования теоретического материала, проработки структуры видео, покрупный план съемки с разных ракурсов, использование аппаратуры с высоким качеством съемки видео, записи звука; установка световой аппаратуры (рис. 1).



Рисунок 1 – Общий вид оборудования лабораторной работы в видео

Для удержания внимания ученика длительность видео должна составлять не более 10-15 минут. В процессе выполнения работы просмотр видео возможен в 2 вариантах – на полный экран и с экранов, расположенных на имитационном ноутбуке и интерактивной доске, что позволяет выполнять работу совместно с просмотром видео (рис. 2).

Рассмотрим видео первой лабораторной работы на предмет изучения действия силы Архимеда. Для лучшего усвоения материала разделим лабораторную работу на 4 составляющие:

1. Ознакомление с составом комплекта «Измерение силы Архимеда на тело, погруженное в жидкость».
2. Процесс измерения плотности тела.
3. Исследование зависимости силы Архимеда от объема погруженной части тела.
4. Исследование зависимости силы Архимеда от плотности жидкости.

Видео начинается с общего плана для того, чтобы ученик мог ознакомиться с имеющимся оборудованием для выполнения лабораторной работы [2,3,5]. Тайминг вступления длится 40 секунд. В цифровом варианте все элементы, описываемые в видео, находятся на столе (рис. 2).



Рисунок 2 – Общий вид оборудования лабораторной работы в цифровом варианте

На 00:41 секунде происходит смена кадра с общего плана на частный для описания работы динамометра (рис. 3).



Рисунок 3 – Смена кадра с общего плана на частный

С 00:52 по 00:55 секунду частный план увеличивается для более четкого визуального представления о работе прибора (рис. 4).



Рисунок 4 – Увеличение частного плана

С 1:21 происходит переход на следующий элемент – цифровые весы и описание их работы.



Рисунок 5 – Описание работы цифровых весов

Во время описания работы цифровых весов учитель показывает на примере их работу, ставя на них груз и демонстрируя появление цифр на экране (рис. 6). В цифровом аналоге выполнение измерения веса груза реализована аналогично. В ходе выполнения лабораторной работы ученик перемещает груз на весы и производит аналогичные измерения.



Рисунок 6 – Демонстрация работы цифровых весов

С отрезка 03:40 учитель приступает к выполнению лабораторной работы с грузом номер 1 (рис. 7).

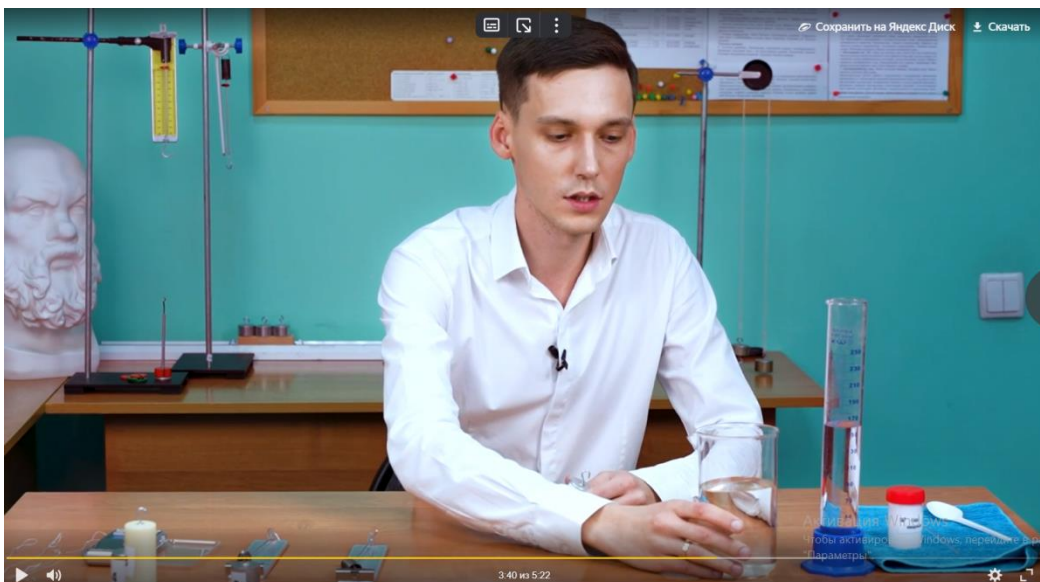


Рисунок 7 – Начало выполнения работы с грузом 1

Последующие лабораторные работы выполнены аналогично, однако, встречаются некоторые отличия в постановке кадра, например в некоторых случаях, как на рисунке 8, для более полного погружения в процесс используется кадр с видом сверху, где учитель со стороны, ближней к экрану просмотра ученика.

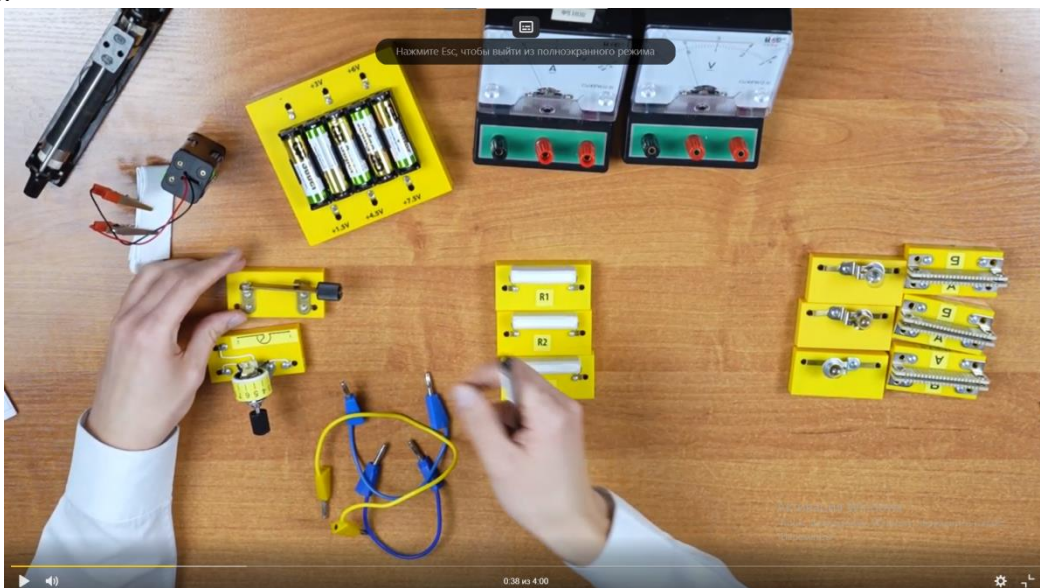


Рисунок 8 – Вид сверху при выполнении работы, кадр 1

И кадр с видом сверху, где со стороны, ближней к экрану просмотра ученика находятся элементы работы.

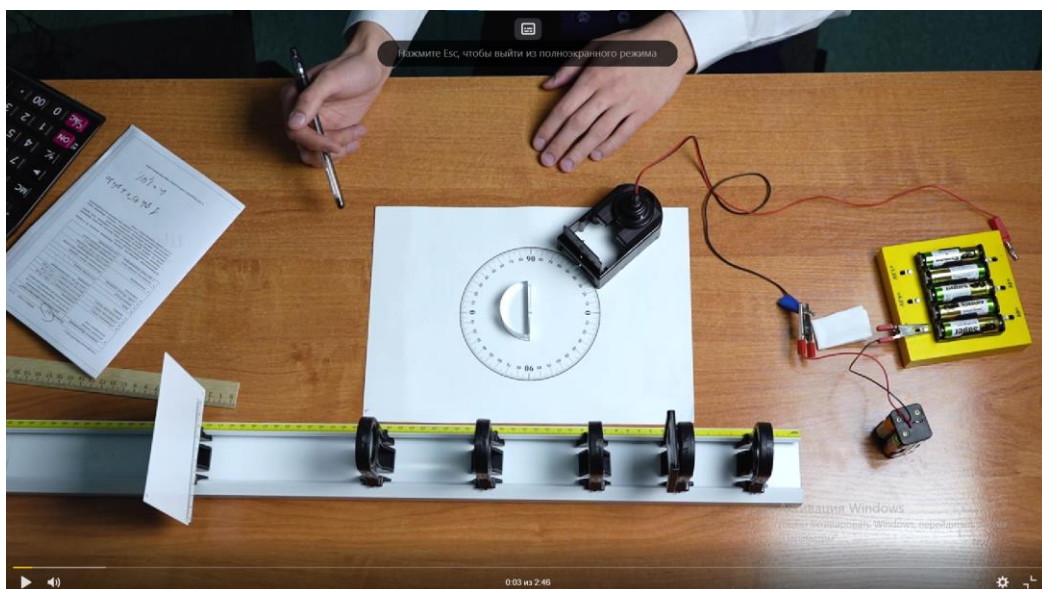


Рисунок 9 – Вид сверху при выполнении работы, кадр 2

А также используется кадр сбоку, как на рисунке 10.

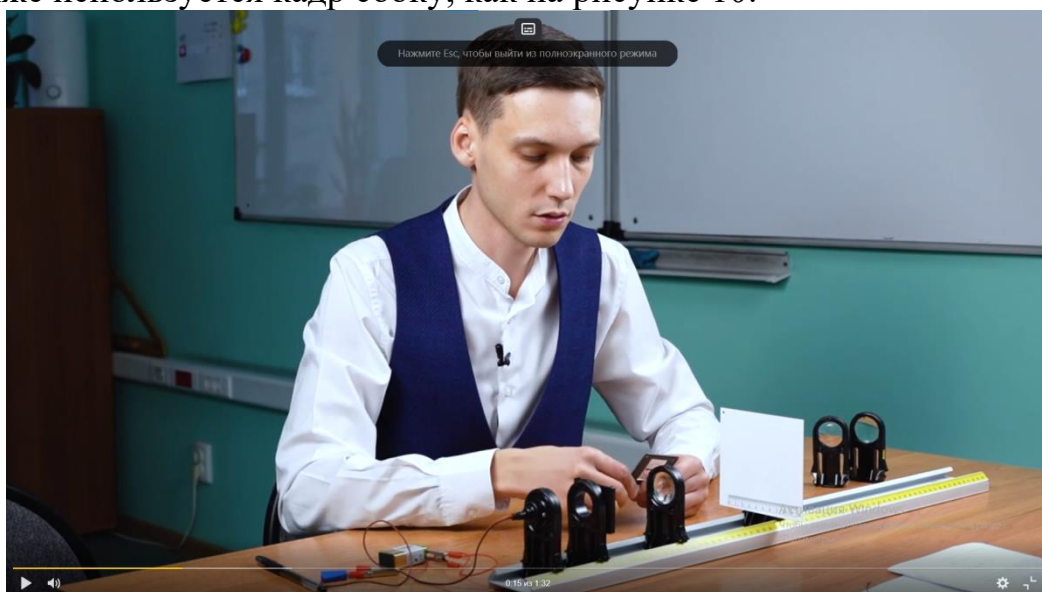


Рисунок 10 – Выполнение работы на виде сбоку

Таким образом, полноценное погружение ученика в образовательный процесс при помощи цифровых решений через визуальное представление выполняемых действий в практических работах является важной составляющей для качественного дополнения к процессу обучения. Благодаря предложенным решениям возможна разгрузка учителя и получение дополнительных знаний учеником в домашних условиях, что предположительно позволит повысить балл ЕГЭ.

Список источников

1. Разработка алгоритма работы приложения виртуального тренажера для образования / А.В. Ключиков, С.С. Елисеев, Ю.Н. Гречечук, М.Р. Цагарейшвили // Цифровизация инженерного образования : Сборник материалов II Всероссийской онлайн-конференции, Ижевск, 11–13 апреля 2023 года / ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова», АНО «Университет Национальной технологической инициативы 2035», ООО «ИОТ-Университет». – Ижевск: Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, 2023. – С. 91-93. – EDN CMUQGGK.
2. Мировые тренды образования в российском контексте – 2023 / Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». –] URL: https://ioe.hse.ru/edu_global_trends/#trend5 (дата обращения 09.02.2023). 2. Kaganov, B. Информационные технологии как инструмент повышения конкурентоспособности образовательных программ в системе корпоративного обучения // Прикладная информатика. – 2011. – № 6 (36). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnye-tehnologii-kak-instrument-povysheniyakonkurentosposobnosti-obrazovatelnyh-programm-v-sistemekorporativnogo> (дата обращения: 19.11.2022).
3. Дорошенко Н.Б. О пользе мультимедийных комплексов в профессиональном образовании: вопросы психологии // Прикладная информатика. – 2009. – № 3.
4. Бакаева О.А. О необходимости использования обучающих компьютерных тренажеров в образовании / О.А. Бакаева, К.А. Цыганова // Наука молодых – будущее России : сборник научных статей 3-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 6 томах, Курск, 11–12 декабря 2018 года. – Курск : Университетская книга, 2018. – С. 28–31.
5. Анализ использования виртуальных тренажеров в образовании / А. В. Ключиков, С.С. Елисеев, Ю.Н. Гречечук, М.Р. Цагарейшвили // Проблемы и перспективы развития АПК: технические и сельскохозяйственные науки : Материалы Региональной научно-технической конференции, посвященной 110-летию Вавиловского университета, Саратов, 13–17 февраля 2023 года. Том Выпуск 1. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2023. – С. 97-103.

Научная статья
УДК 625.768.1

Игорь Павлович Курочкин, Аркадий Викторович Ключиков

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

Егор Дмитриевич Воробьев

МИРЭА — Российский технологический университет, г. Москва, Россия

РАЗРАБОТКА АППАРАТНОЙ ЧАСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА УБОРЩИКА ЗЕРНОХРАНИЛИЩ

Аннотация. Статья посвящена разработке аппаратной части робота-уборщика для зернохранилища. Создана структурная схема аппаратной части. Проведен анализ электрических и механических компонентов. Выбраны комплектующие для робота уборщика зернохранилища.

Ключевые слова: агроробототехника, робот уборщик, уборка зернохранилища, электронные схемы

Igor P. Kurochkin, Arkady V. Klyuchikov

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

Egor D. Vorobyov

MIREA — Russian Technological University, Moscow, Russia

DEVELOPMENT OF THE HARDWARE OF AN INDUSTRIAL ROBOT CLEANER OF GRANARIES

Abstract. The article is devoted to the development of the hardware of a cleaning robot for a granary. A block diagram of the hardware has been created, an analysis of electrical and mechanical components has been carried out. The components for the granary cleaner robot have been selected.

Keywords: agro-robotics, cleaning robot, granary cleaning, electronic circuits

Введение. При разработке роботов необходимо производить разработку аппаратной части и подбор электронных/механических компонентов для обеспечения автономной работы. Для изготовления мобильного робота уборщика зернохранилища (рис. 1) [1-3] произведена эта процедура. При выборе необходимо учитывать, что он работает от аккумуляторов 36 В с емкостью 7800 мА*ч. Также необходимо учитывать совместимость компонентов между собой.



Рисунок 1 – Робот уборщик зернохранилища

Структурная схема аппаратной части (рис. 2) для робота уборщика [4-7]. В схеме отображены:

- элемент питания;
- преобразователи напряжения;
- элементы управления движением;
- система управления щетками;
- система управления мотором пылесоса;
- датчики для навигации;
- камера.

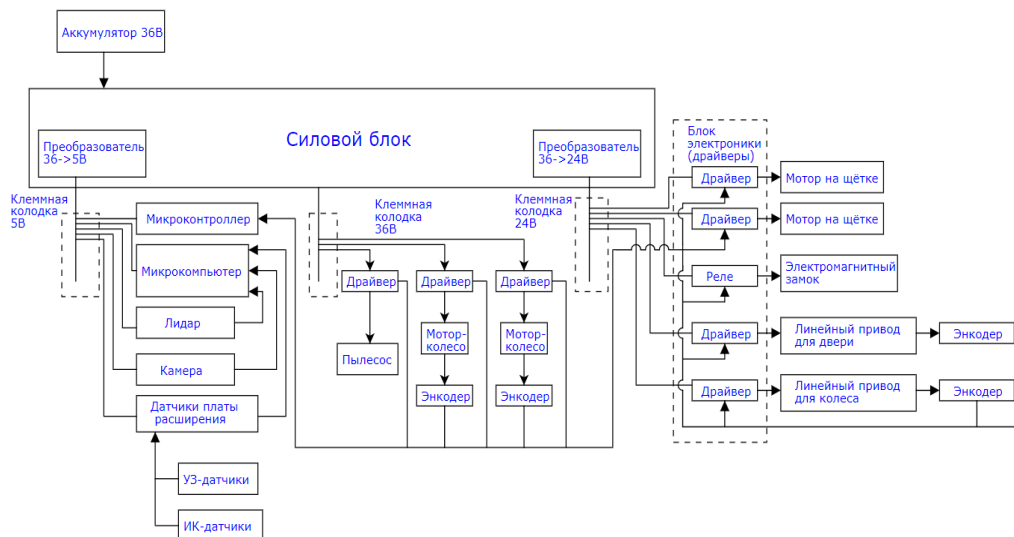


Рисунок 2 – Структурная схема аппаратной части

Необходимо подобрать комплектующие обладающие необходимыми характеристиками. Проведен анализ и выбраны следующие комплектующие.

Мотор-колесо от электросамоката Xiaomi mi m365 pro работает от напряжения 36 В. и имеет мощность 350 Вт. Габаритные размеры 22.5x4.8 см.

Мотор-колесо меньше аналогов при той же мощности (рис. 3). Существует возможность установки различных типов готовых подвесок при креплении мотор-колеса на работе. Подвеска обеспечивает плавность движения робота на неровной поверхности.

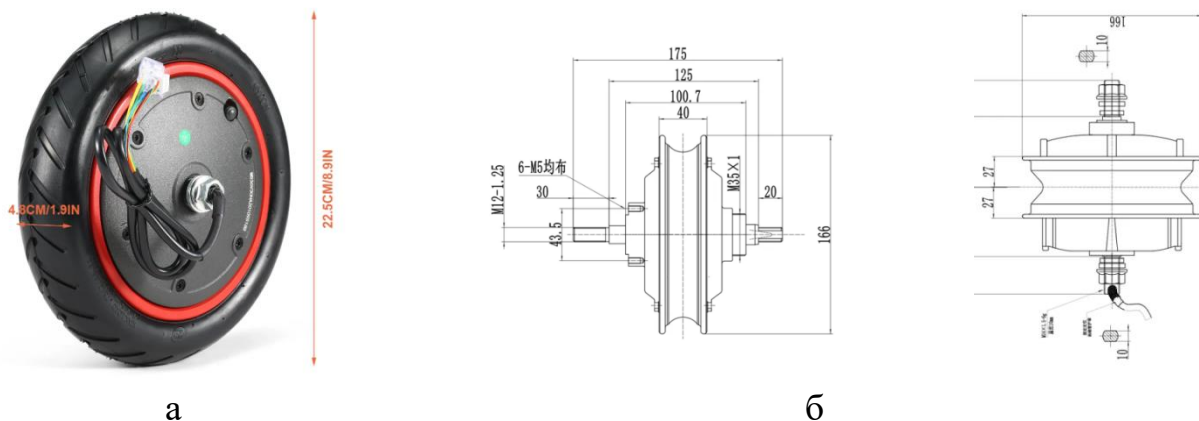


Рисунок 3 – Сравнение размеров мотор колес
а – Xiaomi mi m365 pro; б – двигатель 36 В, 350 Вт

Подвеска для мотор-колеса выбрана с типом крепления для задних колес электросамоката Xiaomi mi m365 pro (рис. 4).



Рисунок 4 – Подвеска для мотор-колеса

Линейный провод с энкодером для поворотного колеса (рис. 5). Линейный привод питается от 24 В, сила привода – 800 Н, скорость выдвижения – 11 мм/с, максимальное выдвижение штока – 100 мм. Привод выбран из-за наличия энкодера для контроля выдвижение штока.



Рисунок 5 – Линейный привод с энкодером

Линейный привод для открытия бака робота без энкодера. Напряжение питания – 24 В, сила привода – 300 Ньютон, скорость выдвижения штока – 35 мм/с, максимальное выдвижение штока – 50мм. Бак открывается при минимальной длине штока, а закрывается при выдвижении штока на максимальную длину. Максимальная длина выдвижения штока подбиралась при проектировании 3D модели бака робота.

Микрокомпьютер Orange Pi 5. Одноплатный мини компьютер выбран из-за технических характеристик и возможности подключения различных контроллеров и датчиков через порты, расположенные на плате. Основные размеры и порты подключения изображены на рисунке 6.

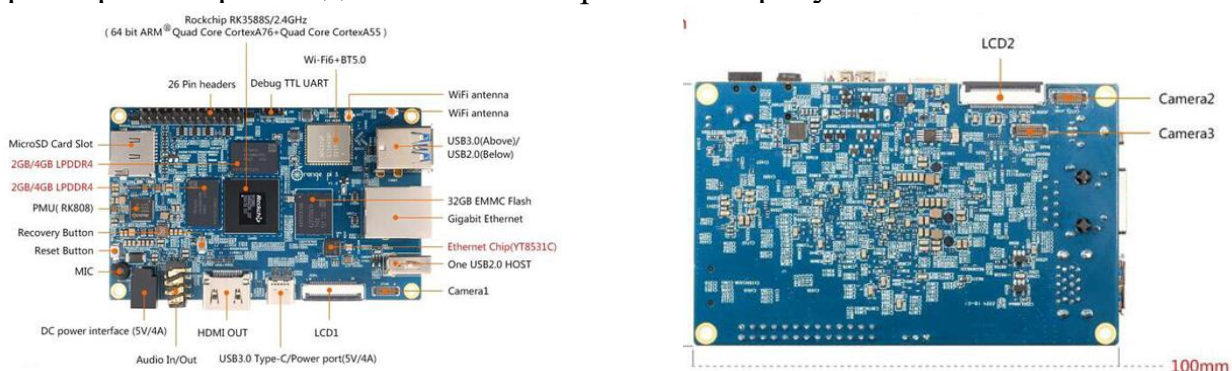


Рисунок 6 – Микрокомпьютер Orange Pi 5

Лидар выбран по дальности сканирования области (рис. 7). Необходимая дальность сканирования 10 м или больше, сканирование на 360 градусов. Подобраны 2 лидара одной компании для дальнейшей закупки и установки на робота.

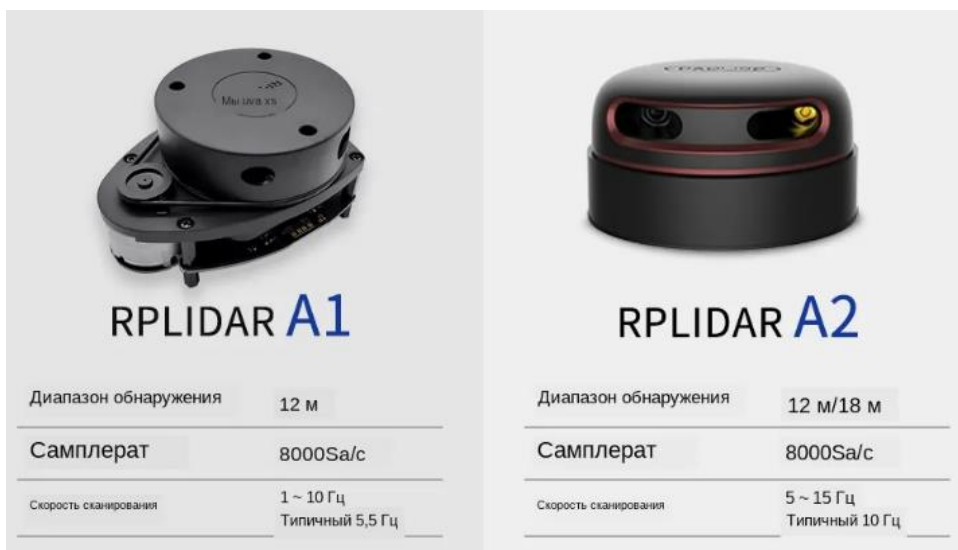


Рисунок 7 – Характеристики лидаров

Мотор для вращения щеток с редуктором. Основные характеристики: скорость вращения – 60 об/мин, напряжение питания – 24 В.

Микроконтроллер STM32F407D необходим для обработки значений с датчик и передачи управляющих сигналов. Работает от напряжения 5 В.

Для отслеживания расстояния до препятствий используются автомобильные парктроники. Микроконтроллер STM32F407D снимаются значения с датчиков для навигации робота.

Электромагнитный замок необходим для плотного крепления крышки бака. Сила удержания замка – 180 кг, напряжение питания 12 В.

Заключение. Проведя анализ электрических и механическим компонентов, подобраны комплектующие для мобильного автономного робота уборщика зернохранилища. Учтена совместимость компонентов между собой, а также необходимые характеристики по питанию. В дальнейшем будут проведены эксперименты отдельных элементов на их работоспособность в различных условиях.

Список источников

1. Курочкин И. П. Мобильный автономный робот уборщик зернохранилища / И. П. Курочкин // В мире научных открытий : Материалы VII Международной студенческой научной конференции, Ульяновск, 14–15 марта 2023 года / Редколлегия: Богданов И.И. [и др.]. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2023. – С. 2175-2178.
2. Курочкин И. П. Конструкция мобильного автономного робота уборщика зернохранилищ / И. П. Курочкин, А. В. Ключиков // Фундаментальные основы механики. – 2023. – № 11. – С. 76-79.
3. Система всасывающего механизма мобильного автономного робота уборщика зернохранилища / И.П. Курочкин, А.В. Ключиков, Ю.Н. Гречечук, А.Ю. Моршневу // Аграрные конференции. – 2022. – № 2(32). – С. 6-10.
4. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники в трёх томах / Том 1 / — 4-е изд. — Перевод с английского И.И. Короткевич, М.Н. Микшиса, О.А. Соболевой, К.Г. Финогенова., М.П. Шарапова. Москва: Мир, 1993 — 603 с.
5. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники в трёх томах / Том 2 / — 4-е изд. — Перевод с английского И.И. Короткевич, М.Н. Микшиса, О.А. Соболевой, К.Г. Финогенова., М.П. Шарапова. Москва: Мир, 1993 — 494 с.
6. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники в трёх томах / Том 3 / — 4-е изд. — Перевод с английского И.И. Короткевич, М.Н. Микшиса, О.А. Соболевой, К.Г. Финогенова., М.П. Шарапова. Москва: Мир, 1993 — 474 с.
7. Еременко В.Т., Рабочий А.А, Невров И.И., Фисун А.П., Тютякин А.В, Донцов В.М., Воронина О.А., Георгиевский А.Е. / Электроника и схемотехника. Основы электроники: конспект лекций для высшего профессионального образования. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК», 2012 — 290 с.

Научная статья
УДК 331.45:004.8

**Ростислав Викторович Корелко, Арина Анатольевна Костенко,
Юлия Владимировна Лажаннинкас**

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАСЧЕТЕ РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ НА АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ

Аннотация. В статье рассматривается область и перспективы применения современных цифровых технологий в расчете рисков возникновения пожаров на автозаправочных станциях. Рассмотрены актуальность и цели применения цифровых технологий в расчете рисков. Дана краткая характеристика особенностей цифровых технологий в программном обеспечении, предназначенном для расчета пожарных рисков. Приведена программа расчета рисков возникновения пожаров на автозаправочных станциях, разработанная на языке программирования C++, используемая в учебных целях.

Ключевые слова: расчет пожарного риска, цифровые технологии, программное обеспечение, программа, C++

Roman V. Korelko, Arina A. Kostenko, Julia V. Lazhauninkas

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

APPLICATION OF MODERN DIGITAL TECHNOLOGIES IN CALCULATION OF FIRE RISK AT GAS STATIONS

Abstract. The article discusses the scope and prospects for the use of modern digital technologies in calculating the risks of fires at gas stations. The relevance and goals of the use of digital technologies in calculating risks are considered. A brief description of the features of digital technologies in the software designed to calculate fire risks is given. A program for calculating the risks of fires at gas stations, developed in the C++, which can be used for educational purposes, is presented.

Keywords: fire risk calculation, digital technology, software, C++

Автозаправочная станция (АЗС) – место, где ежедневно людей осуществляют заправку автомобиля, пьют кофе или останавливаются на отдых в специально предусмотренных комплексах. Однако, АЗС — это место повышенной опасности. Расчет пожарных рисков – соотношение между временем, необходимым для эвакуации людей с объекта, и временем, через которое опасные факторы пожара станут критическими [1-5]. Для разработки комплекса мер по профилактике и ликвидации пожаров специалисты по охране труда и сотрудники органов МЧС производят расчеты рисков при возникновении пожаров на АЗС. Наличие современных компьютерных программ упрощают выполнение поставленной задачи.

Задачи применения компьютерных технологий в расчете рисков на АЗС состоят из моделирования:

- аварийных ситуаций для установок с горючими жидкостями и газами, что позволяет выполнять расчеты для АЗС, резервуарных парков, газопроводов.
- наземных и подземных резервуаров, трубопроводов, топливораздаточных колонок, гибких соединений от заправщика, зданий на территории объекта и в селитебной зоне (части территории населённого пункта, предназначенная для размещения жилой, общественной, общественно-деловой и рекреационной зон, а также отдельных частей инженерной и транспортной инфраструктур, объектов, размещение и деятельность которых не оказывает воздействия, требующего специальных санитарно-защитных зон), автомобильных дорог.
- деятельности людей (работников объекта и население), со временем нахождения на объектах территории.
- иницирующие аварийные события для каждого типа оборудования

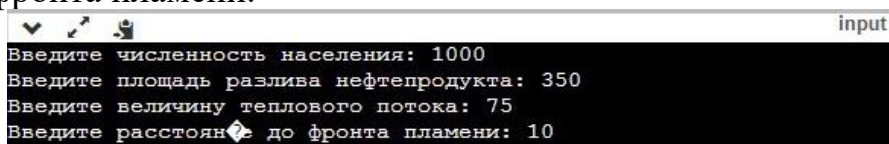
Также программное обеспечение (ПО) может строить дерево событий, выполнять расчет потенциального риска, индивидуального риска и социального риска. После выполнения расчета создавать отчет с подробным описанием выполненных расчетов.

Существующие программные решения для расчета рисков на АЗС:

- Prom Risk предназначен для выполнения расчета индивидуального и социального пожарного риска в соответствии с «Методикой определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах». Интерфейс программы позволит быстро и наглядно задать все необходимые для расчета исходные данные, проанализировать результаты и сформировать отчет [6].
- Программа "АЗС-Эколог". Расчет производится в соответствии с "Методическими указаниями по определению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу из резервуаров. Предназначена для расчета выбросов загрязняющих веществ от: АЗС, Нефтебазы, ТЭЦ, котельных, складов горюче-смазочных материалов, автогазонаполнительных станций при заправке машин и сливе цистерн [7].
- Fireguard определяет категорию помещений, производит расчеты избыточного давления взрыва для горючих газов, паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей. В программе используется справочная база материалов с возможностью добавления и редактирования собственных материалов [8].

Предлагается аналог ПО для расчета пожарных рисков написанный на языке программирования C++. Рассмотрим алгоритм работы.

Для расчета рисков пользователю необходимо ввести исходные данные: численность населения, площадь разлива нефтепродукта, тепловой поток и расстояние до фронта пламени.

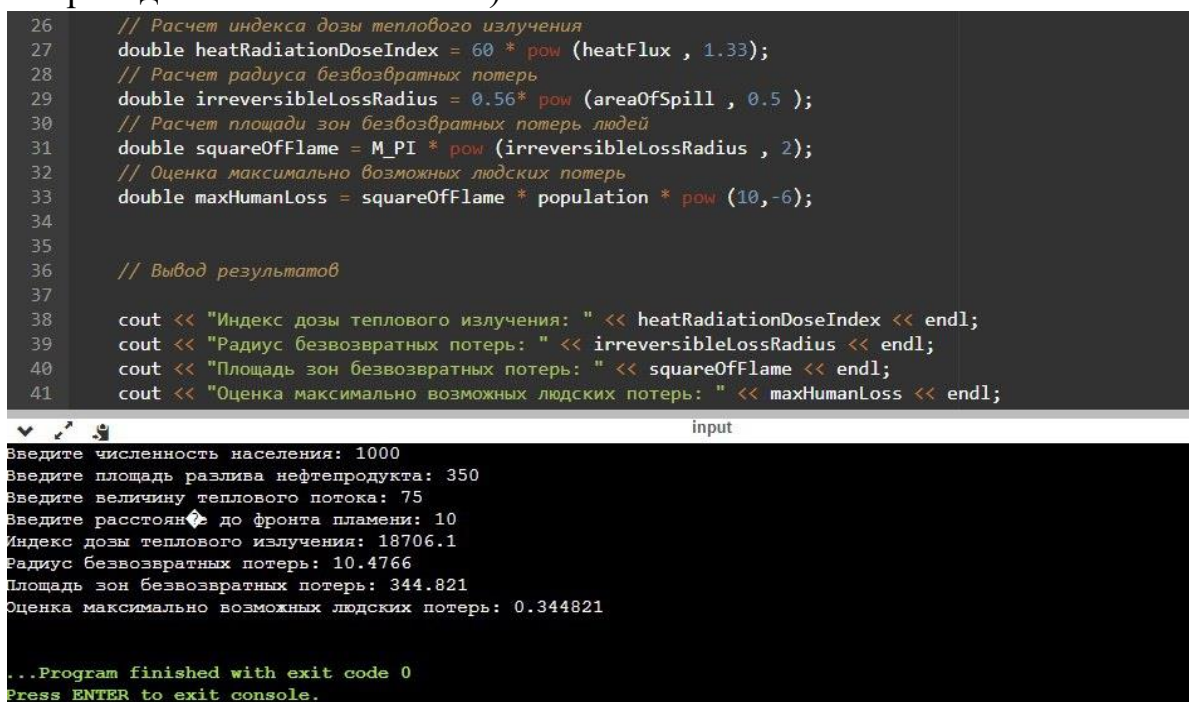


```
input
Введите численность населения: 1000
Введите площадь разлива нефтепродукта: 350
Введите величину теплового потока: 75
Введите расстояние до фронта пламени: 10
```

Рисунок 1 – Ввод исходных данных

Далее программа просчитывает риски:

- индекс дозы теплового излучения (влияние выделяемого теплового излучения от очага пожара на человека).
- радиус безвозвратных потерь человека (радиус пожара, нахождение в котором приведет к гибели человека).



```
26 // Расчет индекса дозы теплового излучения
27 double heatRadiationDoseIndex = 60 * pow (heatFlux , 1.33);
28 // Расчет радиуса безвозвратных потерь
29 double irreversibleLossRadius = 0.56* pow (areaOfSpill , 0.5 );
30 // Расчет площади зон безвозвратных потерь людей
31 double squareOfFlame = M_PI * pow (irreversibleLossRadius , 2);
32 // Оценка максимально возможных людских потерь
33 double maxHumanLoss = squareOfFlame * population * pow (10,-6);
34
35
36 // Вывод результатов
37
38 cout << "Индекс дозы теплового излучения: " << heatRadiationDoseIndex << endl;
39 cout << "Радиус безвозвратных потерь: " << irreversibleLossRadius << endl;
40 cout << "Площадь зон безвозвратных потерь: " << squareOfFlame << endl;
41 cout << "Оценка максимально возможных людских потерь: " << maxHumanLoss << endl;
```

```
input
Введите численность населения: 1000
Введите площадь разлива нефтепродукта: 350
Введите величину теплового потока: 75
Введите расстояние до фронта пламени: 10
Индекс дозы теплового излучения: 18706.1
Радиус безвозвратных потерь: 10.4766
Площадь зон безвозвратных потерь: 344.821
Оценка максимально возможных людских потерь: 0.344821
...Program finished with exit code 0
Press ENTER to exit console.
```

Рисунок 2 – Результат действия программы

- площадь зон безвозвратных потерь человека (площадь пожара, нахождение в которой произойдет неминуемая смерть человека).
- оценка максимально возможных людских потерь (количество погибших людей при пожаре на АЗС).

Преимущества программы:

- 1) практическое применение в учебных целях, для моделирования разных масштабов возгорания на АЗС;
- 2) автоматизация расчета.

Расчет пожарного риска позволяет оценить воздействие опасных факторов пожара на человека и выявить способы уменьшения этих факторов. Программа расчета может быть использована в учебных целях при обучении бакалавров и специалистов по направлениям подготовки и специальностям, связанных с экологией, техносферной и пожарной безопасностью. Планируется увеличение количества расчетных параметров, а также разработка удобного и понятного для пользователя интерфейса.

Список источников

1. СП 505.1311500.2021 Расчет пожарного риска. Требования к оформлению. Своды правил МЧС России № СП 505.1311500.2021[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/svody-pravil/svody-pravil-mchs-gossii/6697> (дата обращения 12.12.2023).
2. Аджамян Р.С. Разработка мероприятий пожарной безопасности на основе результатов расчета пожарного риска на автозаправочной станции / Аджамян Р.С., Банный Р.Г., Салихова А.Х. // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов. Сборник материалов X всероссийской научно-практической конференции. – Иваново, 2023. – С. 23-31.
3. Кирик Е.С. особенности CFD-программы для моделирования развития пожара FDS и ее применения в расчетах пожарного риска / Кирик Е.С., Литвинцев К.Ю., Тумановский А.А., Шебеко А.Ю. // Пожарная безопасность. – 2020. – № 2 (99). – С. 14-27.
4. Лапотко Д.А. Оценка риска возникновения пожара на автозаправочной станции / Лапотко Д.А., Калач Е.В. // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2017. – Т. 1. – С. 867-869.
5. Сечин А.И. Оценка пожарного риска на социально-значимом объекте с применением современных программ расчета / Сечин А.И., Чалдаева Е.И. // Экология и безопасность техносфере: современные проблемы и пути решения. Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. Юргинский технологический институт. – 2017. – С. 677-681.
6. PromRisk - расчет риска на производственных объектах – Режим доступа: <https://pyrosim.ru/promrisk#> (дата обращения 12.12.2023).
7. Группа компаний «Интеграл» – Режим доступа: <https://integral.ru/shop/72/996/> (дата обращения 12.12.2023).
8. FireGuard 4 – Программа для определения категории пожарной опасности зданий, помещений и наружных установок – Режим доступа: <https://mst.su/fireguard4/> (дата обращения 12.12.2023).

Научная статья
УДК 519.876.5
УДК 004.946

**Игорь Александрович Осипов, Дмитрий Алексеевич Феоктистов,
Кирилл Станиславович Михайлов**

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.,
г. Саратов, Россия

Аркадий Викторович Ключиков

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и
инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ИМИТАЦИОННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ

Аннотация. Проанализирована возможность использования технологий виртуальной реальности для повышения информативности визуальной информации в имитационном моделировании. Проведено сравнение программного обеспечения (ПО) в сфере робототехники. Проанализирована перспектива создания собственного программного обеспечения с использованием технологий имитационного моделирования и виртуальной реальности для ускорения роста развития робототехники в России.

Ключевые слова: виртуальная реальность, имитационное моделирование, интерактивная среда, мобильная робототехника, RSMA

Igor A. Osipov, Dmitry A. Feoktistov, Kirill S. Mikhailov

Saratov State Technical University named after Yu. A. Gagarin, Saratov, Russia

Arkady V. Klyuchikov

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilova, Saratov, Russia

APPLICATION OF VIRTUAL REALITY TECHNOLOGIES IN SIMULATION MODELING OF MOBILE ROBOTS

Annotation. The possibility of using virtual reality technologies to increase the information content of visual information in simulation modeling is analyzed. A comparison of software in the field of robotics was carried out. The prospect of creating your own software using simulation modeling and virtual reality technologies to accelerate the growth of robotics development in Russia is analyzed.

Keywords: virtual reality, simulation modeling, interactive environment, mobile robotics, RSMA

Введение. Имитационное моделирование [1] роботов применяется в разработке и испытаниях робототехнических систем, предоставляющий пользователю возможность проверять и совершенствовать функциональность роботов до их физической реализации. Виртуальная реальность (VR) [2] используется для обучения специфическим навыкам, таким как управление системами самолета, в образовании, для создания интерактивных обучающих программ и в игровой индустрии, для создания виртуальных миров и игровых сценариев.

В процессе имитационного моделирования роботов у пользователя возникают сложности восприятия информации, из-за необходимости понимания аспектов робототехники: механика, электроника, программирование. Виртуальная среда может быть перегружена деталями интерфейса, затрудняющих восприятие информации и требующих от пользователя концентрации и знаний в этой сфере. Дополнительная визуализация в виртуальной реальности способствует решению этих проблем и снижает порог вхождения.

Объект исследования: процесс имитационного моделирования с применением технологий виртуальной реальности (VR).

Предмет исследования: виртуальные лаборатории для имитационного моделирования робототехнических комплексов.

Основная часть. Проведен анализ статей по развитию робототехники, показывающих проблему роботизации в России, в сравнении со средними показателям в мире [3-4]. Проблемой является затратность процессов проектирования и испытания робототехнических конструкций. Из-за физической реализации проектов возникают издержки, связанные с построением прототипов и среды их испытания.

Для сокращения затрат на исследования применяется имитационное моделирование, позволяющее реализовывать прототипы и испытательные сценарии робототехнических конструкций без необходимости конструирования физической модели. Использование технологии VR позволит упростить процесс взаимодействия оператора с роботом.

Применение технологии виртуальной реальности в имитационном моделировании позволяет:

- создавать интерактивную среду, реалистичные модели окружения, роботов и взаимодействие с ними;
- создавать сценарии тестирования робототехнических конструкций без необходимости в физических компонентах;
- позволяет обучать операторов роботов, давая им возможность получить практический опыт без необходимости физического присутствия на месте.

Используя ПО Gazebo в процессе создания робота, разработчики создают виртуальную модель требуемой задачи и имитируют работу робота в различных условиях. Такой подход позволяет выявить потенциальные проблемы, исследовать и оптимизировать различные методы обучения робота и улучшить эффективность работы еще до его физической реализации.

Преимущества применения VR в имитационном моделировании роботов:

1. Увеличение эффективности разработки: VR позволяет повысить наглядность процесса проектирования робототехнической системы.
2. Уменьшение затрат: использование VR вместо физических компонентов позволяет снизить затраты на оборудование и материалы.
3. Безопасность: виртуальная среда позволяет тестировать робототехнические системы без риска для человека и окружающей среды.
4. Масштабируемость и гибкость: VR позволяет создавать различные сценарии и окружающие условия с минимальными затратами и гибкостью настройки.

Недостатки:

1. Требуются дополнительные квалификации от разработчика для применения технологий VR к имитационной модели.
2. Проектировщик может ощущать дискомфорт, связанный с продолжительной работой в шлеме виртуальной реальности.
3. Работа с виртуальной реальностью требует большего объема вычислительных ресурсов по сравнению с традиционными методами имитационного моделирования.
4. Высокая стоимость шлемов виртуальной реальности.

Рассмотрим существующие программные решения (табл. 1)

Таблица 1 — Сравнение сред разработки с поддержкой VR, применяемых для имитационного моделирования

Среда разработки	Цена	Поддерживаемые платформы	Образовательный контент
Gazebo	Open Source	Linux, Windows	-
V-rep	Условно-бесплатный	Linux, Windows, OS X	+
Webots	215 000 Р/год	Linux, Windows, OS X	+

Gazebo [5] (рис. 1) — это динамический 3D симулятор с открытым исходным кодом, развиваемый Open Source Robotic Foundation, и тесно взаимодействует с ROS. Gazebo позволяет точно моделировать роботов, как в условиях помещений, так и снаружи. Среди моделей роботов присутствуют: iRobot Create, PR2, TurtleBot, Pioneer 2 DX, Segway RMP, Pioneer 2 AT. Есть 16 официальных библиотек под различные задачи.

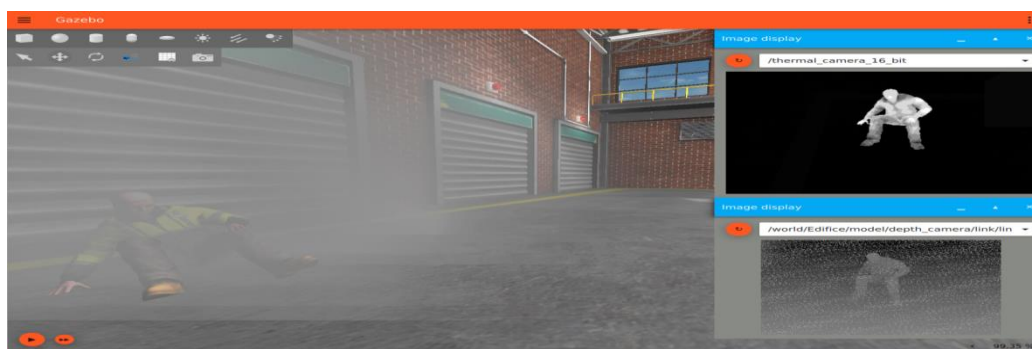


Рисунок 1 – Пользовательский интерфейс «Gazebo»

V-Rep [6] (рис. 2) — это коммерческое программное обеспечение; имеет графический интерфейс для разработки и моделирования робототехнических систем; масштабируемая платформа для моделирования конструкций.

Встроенная библиотека содержит следующие робототехнические конструкции: Pioneer 3-DX (колесный мобильный робот), KUKA LBR iiwa (манипулятор), Parrot AR.Drone 2.0 (квадрокоптер). Более 150 доступных API функций.

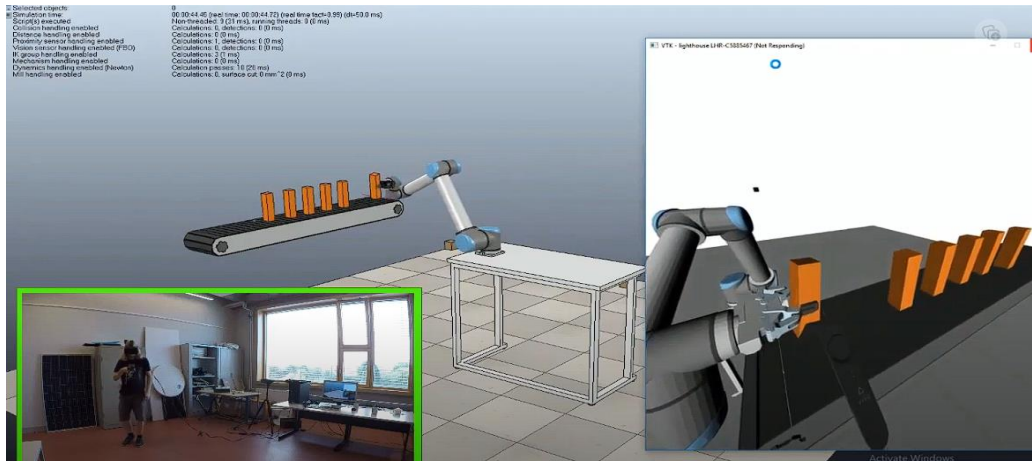


Рисунок 2 – Пользовательский интерфейс «V-Rep»

Webots [7] (рис. 3) — это 3D симулятор робота с открытым исходным кодом, используемый в промышленности, образовании и исследованиях; имеет графический пользовательский интерфейс и позволяет моделировать и симулировать робототехнические системы. Встроено 36 имитационных моделей, 8 API функций с возможностью дополнения.

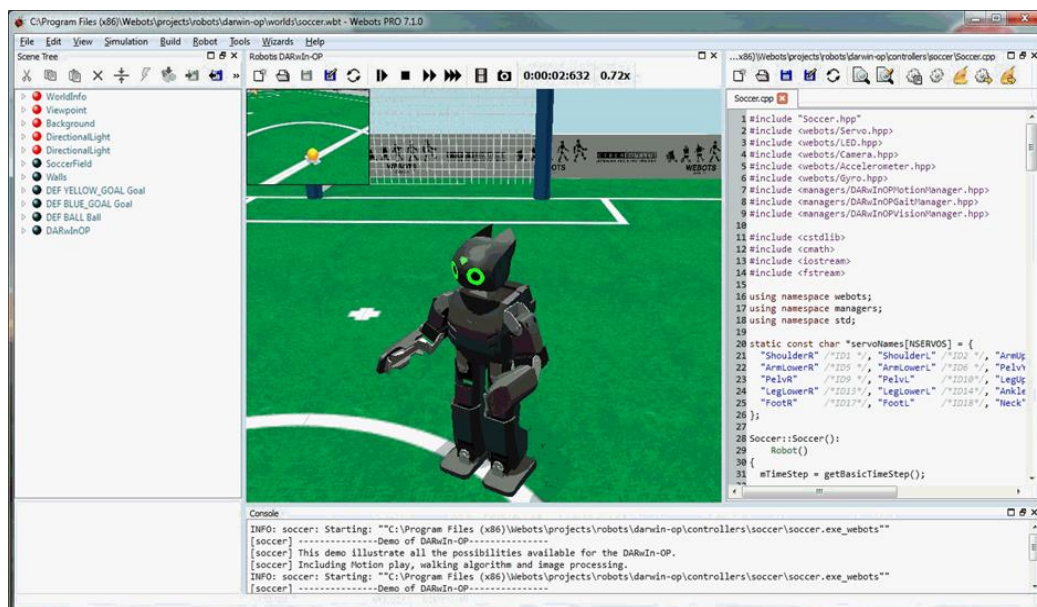


Рисунок 3 – Пользовательский интерфейс «Webots»

Недостатки рассмотренных программных комплексов:

- ограниченная документация на русском языке. Некоторые программы имеют не полную документацию на русском языке, что затрудняет понимание и использование программы для русскоязычных пользователей;
- неподдерживаемые операционные системы, отсутствие кроссплатформенности;
- ограничения на приобретение в России. Некоторые программы недоступны или имеют ограничения на покупку на территории СНГ, что создает проблемы для пользователей из этих регионов;
- отсутствие технической поддержки в России.

Существует решение от российской компании ООО “ТРИМДАРК-ТЕХНОЛОГИИ” — RSMA [8-10], программный пакет, устраняющий эти недостатки программного обеспечения для моделирования и симуляции.

RSMA — предпочтительный выбор для русскоязычных пользователей, предлагающий совместное использование технологий VR и имитационного моделирования, имеющее следующие преимущества:

1. Разработка компонентов окружения и робототехнических конструкций осуществляется на движке Unity.

2. Asset Store: RSMA предоставляет доступ к (Unity) Asset Store, где есть готовые ресурсы, модели и инструменты.

3. Расширяемость через плагины: RSMA поддерживает плагины, позволяющие добавлять функциональные возможности и интегрировать физические движки.

4. Модульность и компонентная ориентированность: RSMA разработан с учетом модульности и компонентной ориентированности, что делает его модули расширяемыми и адаптированными к различным задачам и требованиям.

5. Наличие Open XR: наличие стандарта для разработки виртуальной реальности, имеющий свой ряд преимуществ — универсальность, совместимость между различными устройствами и платформами, расширяемость и кроссплатформенность.

Следовательно, предложенный программный пакет является актуальным решением, отвечающий современным потребностям в сфере робототехники и позволяющий обучать требующийся персонал.

Внедрение RSMA поможет ускорить развитие робототехнической отрасли в России, способствуя повышению результативности обучения персонала, снижению затрат, улучшению эффективности научных исследований, а также поддержке инноваций и развитию стартапов.

Выполнив анализ технологий имитационного моделирования с поддержкой виртуальной реальности, выяснилось, что такого рода технологии необходимы для дальнейшего развития робототехнической индустрии, для обучения персонала, связанного с робототехникой, для ускорения процесса проектирования робототехнических решений.

Список источников

1. Плюсы и минусы имитационного моделирования [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://all4study.ru/modelirovanie/plyusy-i-minusy-imitacionnogo-modelirovaniya.html>.
2. Что такое VR: плюсы и минусы виртуальной реальности [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.forbes.ru/tehnologii/342237-vr-kak-netoroplivaya-innovaciya-dostoinstva-i-nedostatki-resheniy-virtualnoy>.
3. Каких роботов выпускают в России? Часть 1: роботы на производстве [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/616606aa9a794756592477bf>.
4. Использование промышленных роботов: обзор рынка робототехники в России и мире [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/ispolzovanie-promyshlennykh-robotov-obzor-rynka-robototekhniki-v-rossii-i-mire/>.
5. Gazebo [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://gazebosim.org/home>
6. Robot simulator CoppeliaSim: create, compose, simulate, any robot - Coppelia Robotics [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.coppeliarobotics.com/>.
7. Cyberbotics: Robotics simulation with Webots [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://cyberbotics.com/>.
8. Имитационное моделирование сельскохозяйственной техники / М.С. Куприн, И.А. Осипов, Н.Е. Самохин, А.В. Ключиков // Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники : Материалы XXXVI Международной научно-технической конференции имени В.В. Михайлова, Саратов, 17–18 мая 2023 года. – Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, 2023. – С. 169-175.
9. Simulation Modeling of Mobile Robotic Complexes Tool Analysis According to Physical Laws (a Review) / M.S. Kuprin, I.A. Osipov, A.V. Klyuchikov, N.E. Samokhin // Mechatronics, Automation, Control. – 2023. – Vol. 24, No. 3. – P. 152-157. – DOI 10.17587/mau.24.152-157.
10. Куприн М. С. Разработка программных модулей имитации колес Илона и омниколес в мобильных роботах / М.С. Куприн, А.В. Ключиков // Математические методы в технологиях и технике. – 2023. – № 4. – С. 77-80.

Научная статья
УДК 635.07:517.938

Александр Владимирович Розанов, Сергей Аркадьевич Богатырев
Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ФРАКТАЛЬНАЯ СТРУКТУРА И ДИНАМИКА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В РОССИИ И США

Alexander V.I. Rozanov, Sergey Ark. Bogatyrev

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

FRACTAL STRUCTURE AND DYNAMICS OF TIME SERIES OF GRAIN CROPS YIELD IN RUSSIA AND THE USA

Аннотация. На основе применения робастного статистического метода *R/S*-анализа, показано, что временные ряды урожайности зерновых в России и США за период более 165 лет демонстрируют персистентность динамики, т.е. свойства, противоположные обобщенному броуновскому движению. Это означает, что они обладают долговременной памятью, трендовой устойчивостью, могут включать в себя неперiodические или квазипериодические циклы и, следовательно, поддаются прогнозированию.
Ключевые слова: урожайность зерновых культур, *R/S*-анализ, показатель Хёрста, фрактальные временные ряды, персистентность, трендоустойчивость, прогнозирование

Abstract. Based on the application of the robust statistical method of *R/S* analysis, it is shown that time series of grain yields in Russia and the USA over a period of more than 165 years demonstrate persistence of dynamics, i.e. properties opposite to generalized Brownian motion. This means that they have long-term memory, trend stability, can include non-periodic or quasi-periodic cycles and, therefore, can be predicted.

Key words: grain yield, *R/S* analysis, Hurst exponent, fractal time series, persistence, trend resistance, forecasting

Введение. Исследование динамики урожайности зерновых культур на территории России за период более 170 лет показывает, что у зернопродуктового комплекса РФ имеется высокий потенциал развития [1]. Однако для удержания лидирующих позиций на мировых рынках сбыта, наряду с внедрением современных технологий возделывания, необходимо привлечение передовых методов интеллектуального анализа данных для мониторинга и прогнозирования урожайности зерновых культур в различных природных и климатических условиях. Проблема состоит в том, что многие сложные естественные и природные процессы, в том числе урожайность, представляют собой негладкие функции [2], распределение значений которых часто не удовлетворяет требованиям нормальности (См. рисунок 1).

Для анализа динамики и предсказания будущего поведения подобных процессов в настоящее время применяют методы фрактального анализа, разработанного в трудах Б. Мандельброта, Э. Петерса, Г. Хёрста [3, 4, 5]. К числу фракталов относят объекты, которые имеют сильно изрезанную форму и демонстрируют некоторую повторяемость в широком диапазоне масштабов.

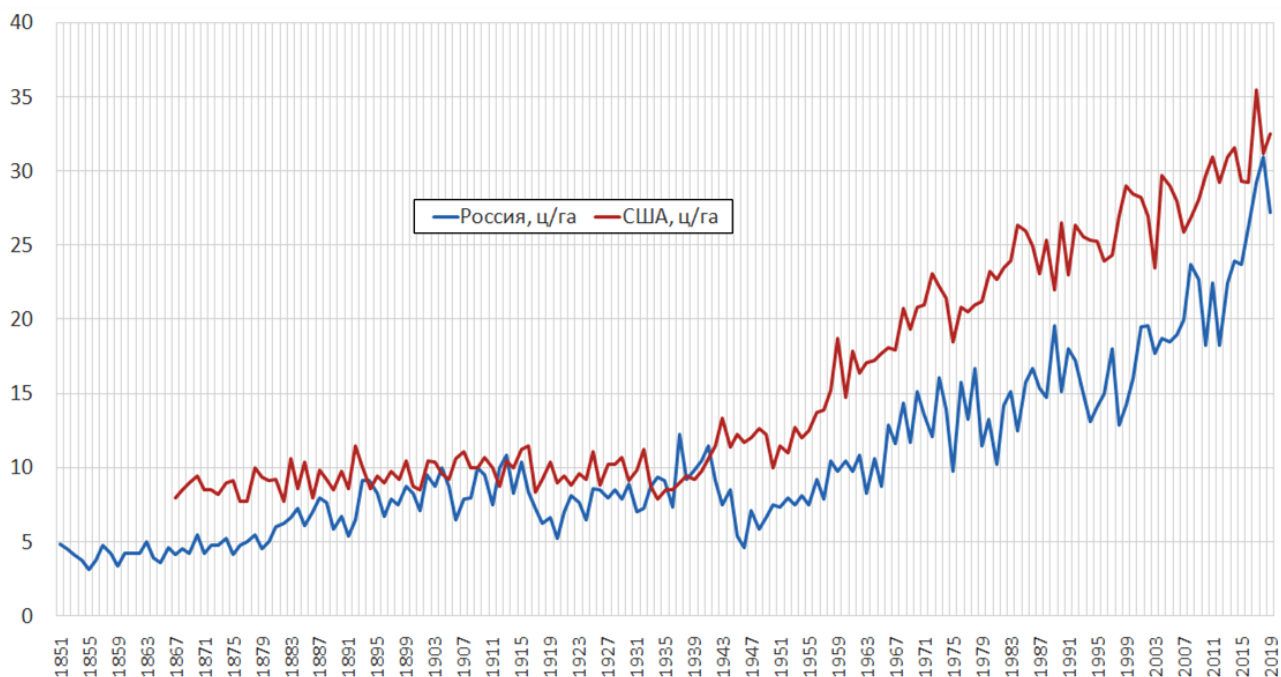


Рисунок 1 – Динамика урожайности зерновых культур в России в период 1851 – 2022 гг. и в США в период 1867 – 2022 гг.

Целью настоящей работы является применение робастного непараметрического метода фрактального R/S -анализа для обоснования принципиальной возможности формирования надежных и достоверных прогнозов урожайности зерновых культур в сильно различающихся природных и климатических условиях и под влиянием многообразия слабо предсказуемых биологических, экономических, технологических, социальных и других факторов.

R/S-анализ временных последовательностей

Специфической особенностью урожайности как фактографической основы мониторинга и прогнозирования, является множественность факторов влияния различной природы (биологических, экономических, природно-климатических, и др.), их нелинейная взаимосвязь и взаимозависимость, стохастичность и высокая волатильность.

Перспективным методом идентификации фрактальной структуры и анализа сложной динамики временных рядов является непараметрический статистический R/S-анализ, разработанный британским гидрологом Гарольдом Хёрстом (Harold Edwin Hurst) [5, 6].

Метод Хёрста дает возможность различать регулярную, хаотическую или стохастическую природу сигналов и позволяет выделять следующие свойства временных рядов:

- фрактальность структуры;
- тенденцию следования по движению тренда;
- перемежаемость значений;
- существование квазипериодических или хаотических циклов;
- наличие последействия.

Показатель H , введенный Хёрстом, способен ответить на вопрос, будет ли следующее значение временного ряда больше или меньше текущего значения y_i , если предыдущее значение y_{i-1} , например, меньше текущего.

Таблица 1 - Показатель Хёрста и свойства временного ряда

Значения показателя H	Свойства временных рядов
$H = 0$	Предельный случай, когда временной ряд принимает вид почти регулярной формы, например, косинусоиды.
$0 < H < 0,5$	Временной ряд обладает свойствами анти персистентности. Это означает, что если в некоторый момент времени значение y_i оказалось больше предыдущего y_{i-1} , то последующее значение y_{i+1} с высокой вероятностью будет меньше y_i . Величины y_i меняются быстрее, чем случайные, но с небольшим размахом.
$H = 0,5$	Временной ряд является совершенно случайным и обладает свойствами броуновского движения, т.е. случайного блуждания. Это процесс без последействия
$0,5 < H < 1$	Временной ряд обладает свойствами персистентности. Если в некоторый момент времени значение y_i оказалось больше предыдущего y_{i-1} , то и последующее значение y_{i+1} с высокой вероятностью будет больше y_i . Процесс характеризуется долговременной памятью и сильным последействием.
$H = 1$	Предельный случай персистентности. Временной ряд теряет «зазубренность» и стремится к гладкой дифференцируемой кривой.
$H > 1$	Временной ряд приобретает свойства мульти фрактальности, когда малые смещения начинают случайным образом перемежаться с большими скачками

Показатель Хёрста связан с фрактальной размерностью D простым соотношением: $D = 2 - H$. Параметр D является дробной величиной и служит мерой изрезанности значений фрактальной переменной.

Методика определения показателя Хёрста

Из фактографических данных об урожайности зерновых на территориях России и США, представленных на Рисунке 1, формировались временные ряды вида: $y_i = X_{i+1}/X_i, i = 1, 2, \dots, N$ (Рисунки 2, 3), где N – число периодов наблюдений (для России $N= 172$, для США $N = 165$).

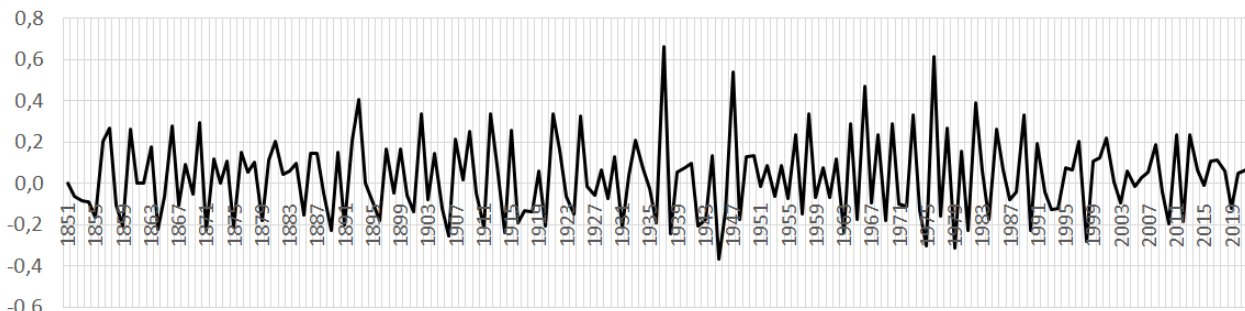


Рисунок 2 – График приращений урожайности зерновых в России

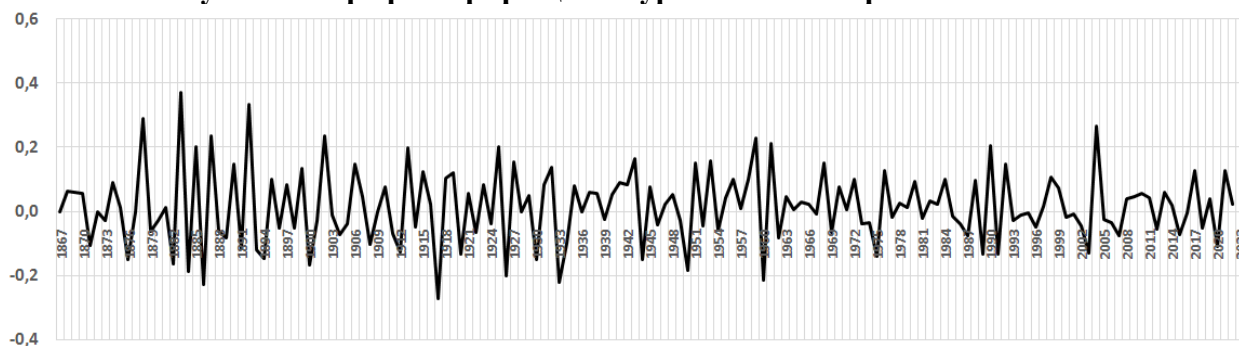


Рисунок 3 – График приращений урожайности зерновых в США

Для значений соответствующего временного ряда $y_i, i = 1, 2, \dots, N$, были рассчитаны среднее арифметическое значение Y_{cp} и стандартное отклонение S :

$$Y_{cp} = \sum_{i=1}^N y_i, \quad S = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - Y_{cp})^2} \quad (1)$$

Затем были вычислены значения накопленного отклонения $Z_i, i= 1, 2, \dots, N$, ряда y_i от среднего значения Y_{cp} :

$$Z_i = \sum_{i=1}^N (y_i - Y_{cp}) \quad (2)$$

По таблицам значений Z_i для всех $1 \leq i \leq N$, определялись максимумы и минимумы накопленного отклонения, и вычислялся их размах R :

$$R = MAX_{1 \leq i \leq N}(Z_i) - MIN_{1 \leq i \leq N}(Z_i) \quad (3)$$

Размах R накопленного отклонения является ключевым элементом показателя Хёрста, т.к. она служит мерой регулярности или хаотичности временного ряда. Для обеспечения инвариантности показателя Хёрста

относительно операций сдвига или изменения масштаба, величина R нормируется путем деления на эмпирическое стандартное отклонение S , вычисляемое по формуле (2).

Окончательно формула для вычисления показателя Хёрста H имеет вид:

$$H = \frac{\log(R/S)}{\log(aN)}, \quad (4)$$

где a – некоторая неотрицательная, эмпирически задаваемая, константа. Хёрстна основе многолетних наблюдений за изменениями водности реки Нил, определил величину этой константы, равной $a = 0,5$.

В настоящей работе использованы формулы для H , предложенные в работах Эрика Наймана (Erik Naiman), который показал, что классическая формула Хёрста (4) демонстрирует тенденцию к завышению величины H [7].

Точность расчета нормированного размаха R/S зависит ещё и от числа наблюдений N . Чтобы уменьшить погрешность вычисления нормированного размаха R/S , предложено скорректировать формулу для расчета величины H , таким образом, чтобы значение показателя Хёрста для случайных рядов и любых $N > 20$ было бы наиболее близко к теоретическому значению $H = 0,5$.

Модифицированная формула для параметра Хёрста имеет вид ($a = \pi/2$):

$$H_{corr} = \frac{\log(R/S_{corr})}{\log(\pi N/2)} \cdot (-0,0011 \cdot \ln(N) + 1,0136), \quad (5)$$

Здесь $R/S_{corr} = (R/S) \cdot 0,998752 + 1,051037$. Скорректированные формулы были использованы для вычисления и сопоставления величин параметра Хёрста для временных рядов урожайности зерновых культур в России и США.

Проверка состоятельности вычисления показателя Хёрста проводилась по методике, предложенной Э. Петерсом, путем рандомизации (случайного перемешивания) по оси времени значений исследуемых временных рядов [8]. Если после расчета по рандомизированным данным величина показателя H оказывается близкой к 0,5, то это указывает на то, что временной ряд не обладает свойствами обобщенного броуновского движения и, следовательно, не является случайным.

Результаты исследования

Величина показателя Хёрста, вычисленная по реальным историческим данным для России за период 1851 ÷ 2022 гг. по формуле (4) с учетом корректирующих поправок (5), оказалась равной $H = 0,7244$. Эта величина близка к эмпирическому значению показателя Хёрста для природных явлений типа разливов рек, землетрясений, извержений вулканов и т.п., для которых величина H находится в пределах 0,70 ÷ 0,75 [5, 6]. После случайной перестановки значений временного ряда величина H уменьшилась до значения $H = 0,5489$, близкого к теоретическому значению 0,5 для чисто случайных процессов. Следовательно, динамика урожайности зерновых культур в России не является

случайной, а демонстрирует фрактальные свойства персистентного ряда, имеющего устойчивый тренд и непериодические циклические структуры.

Расчеты, выполненные для урожайности зерновых культур в США по данным за период 1867 ÷ 2022 гг., показали аналогичные результаты: величина показателя Хёрста, вычисленная по реальным историческим данным, оказалась равной $H=0,7438$, а по рандомизированным данным $H=0,5267$.

Таким образом, временные ряды урожайности России и США проявляют свойства персистентности. Персистентные временные ряды (См. Таблица 1) имеют долговременные корреляции между текущими и будущими значениями, могут включать в себя непериодические или квазипериодические циклы и, следовательно, поддаются прогнозированию.

Более детальное исследование временных рядов урожайности зерновых культур следует проводить на основе новейших методов фрактального анализа, опирающихся на рекуррентные нейросетевые технологии *LSTM* (LongShort-TermMemory), и применяемые в настоящее время, в основном, в сфере финансовой математики [10].

Заключение

Сопоставление фрактальной структуры и динамики урожайности крупнейших мировых производителей зерновой продукции показывает, что временные ряды урожайности зерновых культур, даже в различающихся природно-климатических условиях, демонстрируют персистентность своей динамики, т.е. свойства, противоположные обобщенному броуновскому движению, как традиционному примеру полностью случайного и принципиально не предсказуемого процесса. Они обладают долговременной памятью, трендовой устойчивостью, могут включать в себя непериодические, хаотические или квазипериодические циклы, и, следовательно, поддаются прогнозированию, т.е. допускают формирование строго обоснованных и достоверных прогнозов.

Достоверные прогнозы урожайности зерновых способны кардинально повысить способность зерновой отрасли РФ противостоять негативному влиянию на продовольственную безопасность страны новых угроз, глобальных вызовов и политических рисков, а также снизить риски при принятии стратегических решений по структуре посевных площадей, внедрению новейших технологий возделывания, финансированию инноваций.

Список источников

1. Воротников И.Л., Розанов А.В., Богатырев С.А., Ключиков А.В. Методологические особенности долгосрочного прогнозирования урожайности зерновых культур // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 11. – С. 34-37.
2. Шестопап О.В., Черноиван Д.Н., Середина П.Б. Робастные методы построения и улучшения многомерной линейной и нелинейной регрессий // Т-Сотм: Телекоммуникации и транспорт. 2019. Том 13. №2. С. 46-51.
3. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. М.: Институт компьютерных исследований, 2002. 656 с.
4. Петерс Э. Хаос и порядок на рынках капитала. Новый аналитический взгляд на циклы, цены и изменчивость рынка. М.: Мир, 2000. –233с.
5. Hurst H. Methods of long-term storage in reservoirs // Proc. Inst. Civil Eng. 1956. Vol.5. p. 519-543.
6. Кожанов Р.В., Ткаченко И.М., Кожанова Е.Р. Показатель Хёрста как мера хаотичности временного ряда // Вестник СГТУ. 2020. № 2 (85).
7. Найман Эрик. Расчет показателя Херста с целью выявления трендовости (персистентности) финансовых рынков и макроэкономических показателей. [Электронный ресурс]. Код доступа: http://wealthlab.net/Data/Sites/1/SharedFiles/doc/forindicators/articles/04_erik_naiman_herst.pdf. Дата обращения: 10.11.2023
8. Петерс Э. Фрактальный анализ финансовых рынков. Применение теории Хаоса в инвестициях и экономике. М.: Интернет-трейдинг, 2004. – 304 с.
9. Бояршинов М. Г., Вавилин А. С., Васькина Е. В. Применение показателя Хёрста для исследования интенсивности транспортного потока // Интеллект. Инновации. Инвестиции, 2022. №2. С. 68–81
10. Nguyen N. Hidden markov model for stock trading. International Journal of Financial Studies, 6(36), 2018.

Научная статья
УДК 378.147:88.53

**Светлана Николаевна Потемкина, Валентина Александровна Сарафанова,
Игорь Станиславович Ясников**

Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти, Россия

ФОРМИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ РАЗДЕЛА «ЭЛЕКТРОСТАТИКА»

Аннотация. В статье рассматриваются особенности формирования начальных исследовательских компетенций студентов на лабораторных занятиях при изучении раздела «Электростатика» с использованием виртуальных лабораторных работ. Применение симуляторов в лабораторном практикуме обусловлено сложностью учебных исследовательских задач. Комплексный подход, использующий виртуальный и реальный эксперименты, способствует формированию исследовательских компетенций у студентов инженерных специальностей.

Ключевые слова: исследовательская компетентность, физический практикум, виртуальная лаборатория, электростатика, мультимедия, аналого-цифровое моделирование

Svetlana N. Potemkina, Valentina A. Sarafanova, Igor St. Yasnikov

Togliatti State University, Tolyatti, Russia

FORMATION OF RESEARCH COMPETENCIES OF STUDENTS WHEN STUDYING THE SECTION “ELECTROSTATICS”

Annotation. The article discusses the features of the formation of initial research competencies of students in laboratory classes when studying the section “Electrostatics” using virtual laboratory work. The use of simulators in laboratory practice is due to the complexity of educational research tasks. An integrated approach using virtual and real experiments contributes to the development of research competencies among engineering students.

Key words: research competence, physics workshop, virtual laboratory, electrostatics, multimedia, analog-digital modeling

Одной из необходимых составляющих процесса подготовки специалистов агроинженерного профиля, согласно Федеральному государственному стандарту высшего образования, является формирование у студентов исследовательских компетенций [4, 10].

Понятие «исследовательская компетенция» вытекает из понятия «исследовательская деятельность», предполагающее активное включение обучающихся в исследовательскую деятельность, и обеспечивающее их подготовку к выполнению творческих действий при решении различных учебных исследовательских задач по сбору и анализу необходимой информации, ее обработке, выбору оптимальных путей решения [2, 6, 7]. От студентов в процессе обучения в вузе требуется не только мобильность и гибкость, но и наличие начальных навыков исследовательской деятельности, позволяющих адаптироваться к условиям быстро изменяющейся среды [3].

Обязательной компонентой образовательного процесса в вузе, направленного на подготовку будущих инженеров-исследователей, являются лабораторные занятия по естественнонаучным дисциплинам (физика, химия и др.). Дисциплина «Физика», как учебный предмет, обладает широкими возможностями по формированию у обучающихся первоначальных навыков исследовательской деятельности и играет важную роль в процессе подготовки будущих специалистов, отвечающих современным требованиям, ориентированным на актуальные тенденции развития науки и техники.

Внедрение передовых образовательных технологий в вузах, намеченных в федеральном проекте «Кадры для цифровой экономики», предполагает создание и внедрение в учебный процесс новых типов тренажеров, симуляторов и виртуальных лабораторий [1, 5, 8].

Процесс формирования исследовательских компетенций в учебном лабораторном практикуме «Электричество и магнетизм» кафедры «Общая и теоретическая физика» Тольяттинского государственного университета рассмотрим на примере изучения раздела «Электростатика». Студентам предоставляется возможность выполнения лабораторных работ на реальных установках, сопряженных с ПК, и в среде виртуальных лабораторных работ с использованием мультимедийного учебного пособия «Открытая физика» [4].

При выполнении первой - виртуальной - лабораторной работы «Исследование поля точечных зарядов» (мультимедийное учебное пособие «Открытая физика», версия 2.6, часть 2, модель 1.2 «Электрическое поле точечных зарядов») студент определяет характеристики электростатического поля: потенциал и напряженность поля точечного заряда и знакомится с методами графического представления полей в виде линий напряженности и эквипотенциальных линий (Рис. 1).

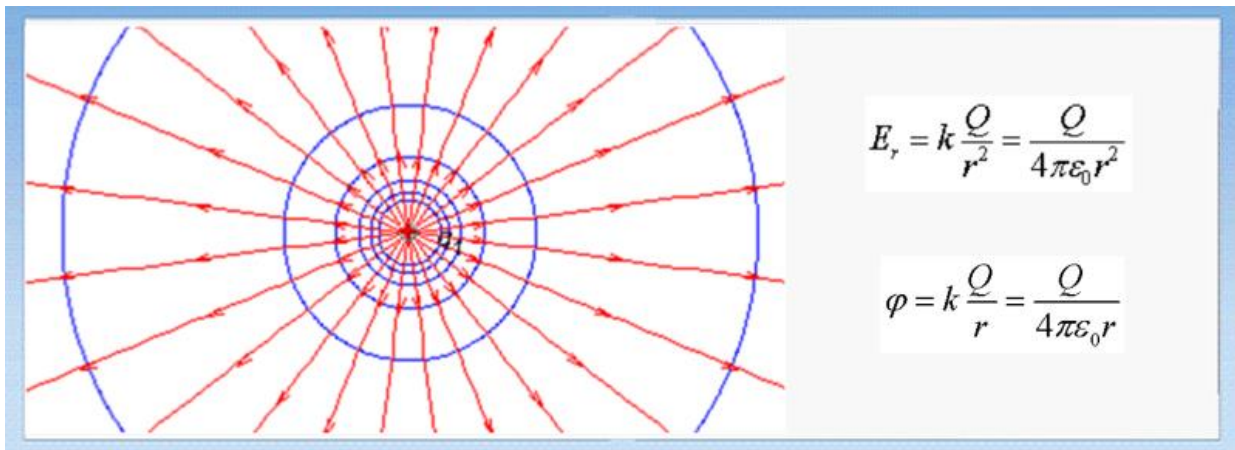


Рисунок 1- Графическое представление поля положительного точечного заряда. Силовые линии электростатического потенциала изображены красным, эквипотенциальные линии – синим цветом

Анализируя зависимости величины потенциала и напряженности поля точечного заряда $\varphi = f(r)$, $E = f(r)$ и используя данные из Таблицы 1, студент на ПК строит графики этих зависимостей (Рис. 2).

Таблица 1. Данные для расчетов для заряда $q = 10^{-8}$ Кл

№№	1	2	3	4	5	6	7	8
E, В/м	9000	2250	1000	563	360	250	184	141
φ , В	900	450	300	225	180	150	129	113
r, м	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8

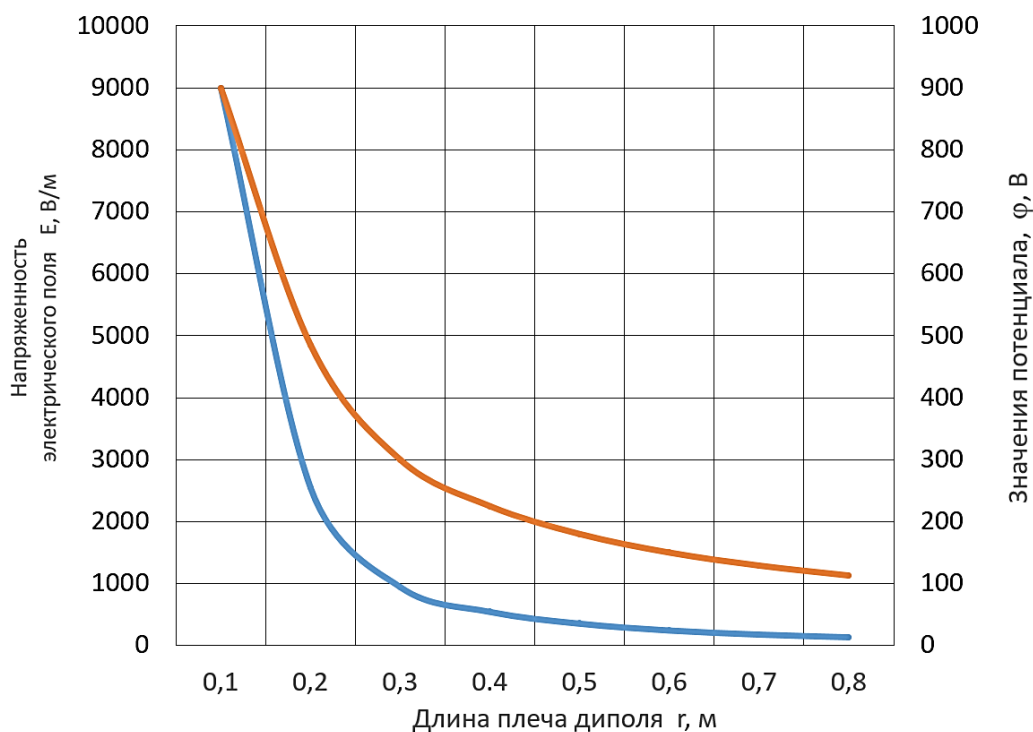


Рисунок - 2. Графики $\phi = f(r)$ – красный цвет; $E = f(r)$ – синий цвет

Во второй, тоже виртуальной, лабораторной работе «Поле диполя» (мультимедийное учебное пособие «Открытая физика», версия 2.6, часть 2, модель 1.2) студент знакомится с полем электрического диполя (Рис. 3), рассчитывает на ПК величины дипольного момента, а также потенциала и напряженности поля диполя в точке, равноудаленной от каждого заряда диполя на расстояние, равное длине плеча диполя.

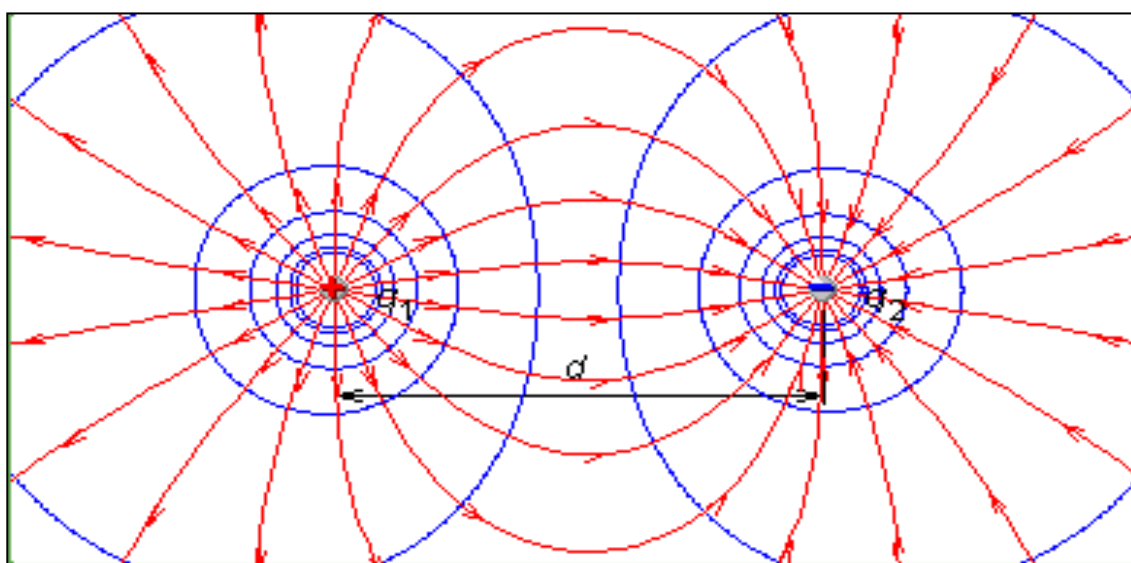


Рисунок – 3 Поле диполя. Силовые линии изображены красным цветом, эквипотенциальные линии – синим цветом

В третьей лабораторной работе «Исследование электростатического поля на аналогово-цифровой модели» студент проводит исследование характеристик электростатического поля на реальной лабораторной установке, сопряженной с ПК [8].

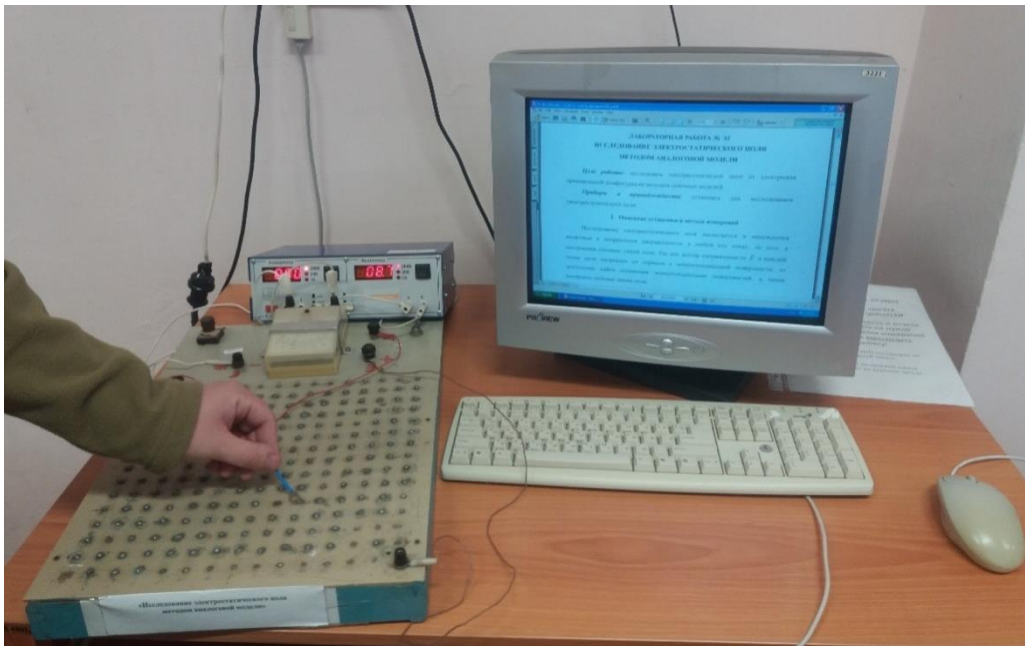


Рисунок 4 - Автоматизированное рабочее место студента

Студенту предлагается установить на аналоговой панели одну из предложенных форм электродов (рис. 5), провести необходимые измерения (табл. 2). Используя навыки, полученные ранее в среде виртуальных лабораторных работ, необходимо построить на ПК картину распределения силовых линий и эквипотенциальных поверхностей электростатического поля (Рис. 6) и сравнить их с результатами теоретических расчетов.

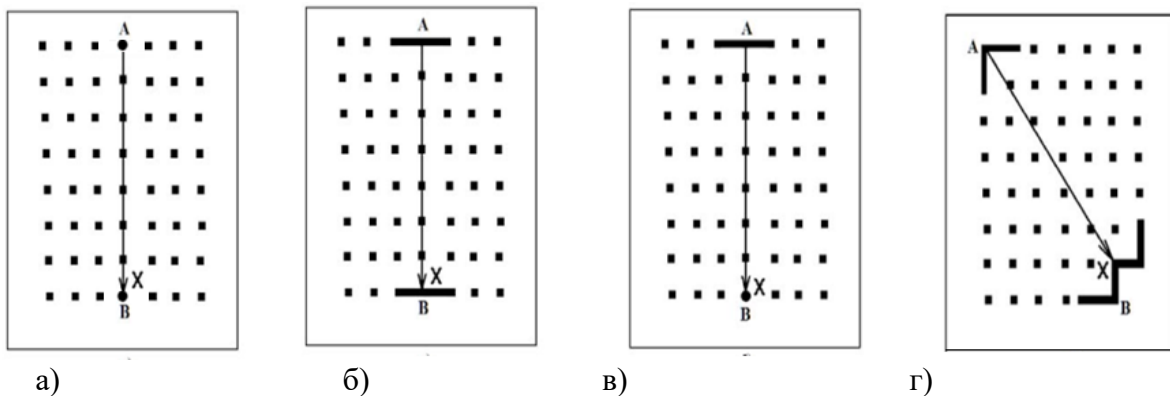


Рисунок 5 - Формы электродов: а) два точечных; б) два плоских; в) плоский и точечный; г) электроды сложной конфигурации

Таблица 2 - Результаты эксперимента на сеточной модели

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
φ (В)	0,0	3,16	4,46	5,32	5,90	6,30	7,09	7,51	7,89	8,50	9,02	9,86	10,92	12,40	12,50
$x \cdot 10^{-2}$	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30

Графическое представление электростатического поля от электродов в виде точечных зарядов, экспериментально полученное студентом с помощью аналоговой модели, и построенное им на экране дисплея ПК средствами виртуальных лабораторных работ, выполненных им ранее, показано на рис. 6:

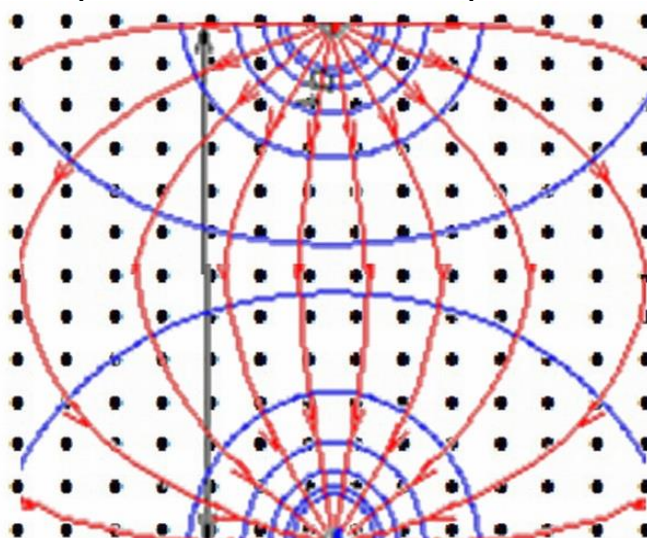


Рисунок 6 - Силовые (красный цвет) и эквипотенциальные (синий цвет) линии электростатического поля

При выполнении трех лабораторных работ по разделу «Электростатика» студенты знакомятся с начальными этапами исследовательской деятельности: с графическим представлением поля, расчетом искомых характеристик, представлением на ПК результатов работы в виде рисунков, таблиц и графиков исследуемых зависимостей, сопоставлением теории и эксперимента, оценкой погрешностей измерений.

Таким образом, в процессе прохождения лабораторного практикума по физике, сочетающего реальный физический эксперимент и средства цифровой виртуализации, у студентов формируются и закрепляются такие современные исследовательские навыки как: разработка плана проведения эксперимента, отбор необходимой информации, проведение физических исследований и необходимых вычислений, представление полученных результатов в различных формах (таблицы, графики, диаграммы), объяснение результатов эксперимента и сопоставление его с теорией.

Применение в учебном лабораторном практикуме сочетания реальных процессов и их виртуальных моделей создает основу для формирования будущих инженеров исследовательских компетенций для успешной работы в

условиях широкомасштабного внедрения в народное хозяйство «цифровых двойников» сложных процессов и систем [10]. Следующий этап цифровизации в плане развития физпрактикума – это включение в него элементов виртуальной и дополненной реальности.

Список источников

1. Басов А.А., Соколова Г.М., Яшина А.Н. Компьютерное моделирование натурального эксперимента // Сборник статей МГТУ им. Баумана. Часть 1. 2021. - с. 237-240.
2. Бурова Л.И. Подготовка педагогов к исследовательской деятельности в магистратуре / Л.И. Бурова, Е.В. Яковлева // Развитие профессиональных компетенций студентов педагогического и психологического направлений в условиях разноуровневой подготовки в университете: Материалы Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции. Череповец, 2015. – С. 133-138.
3. ООО Физикон, Открытая физика. Часть 2, версия 2.5, 2.6. Под редакцией профессора МФТИ С.М. Козела, www.physicon.ru
4. Паспорт национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [Утв. президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам 24.12.2018]. URL: <http://government.ru/info/>
5. Потемкина С.Н., Сарафанова В.А., Ясников И.С. Многоуровневая организация лабораторных занятий по физике как средство формирования исследовательских компетенций студентов // Высшее образование сегодня, 2022, № 3-4, с. 68-73.
6. Розанов А.В., Потемкина С.Н., Лиманова Н.И., Сизова Ю.В. Моделирование краевых эффектов для электростатического поля плоского конденсатора // «Математика в современном техническом университете»: материалы V Межд. науч.-практ. конф. Киев: НТУУ «КПИ», 2017. С. 92–100.
7. Сарафанова В.А., Потемкина С.Н., Ясников И.С. Лабораторный практикум по физике в 3 частях. Часть 2. Электричество и магнетизм (Оптический диск). Тольятти: Изд-во Тольяттинского государственного университета, 2016.
8. Потемкина С.Н., Розанов А.В., Ясников И.С., Сарафанова В.А. Адаптация физического практикума для формирования у студентов навыков работы с цифровыми двойниками реальных объектов. // Образование: традиции и инновации. Материалы XXIX международной научно-практической конференции. Прага, Чешская Республика: Изд-во WORLD PRESS s.r.o., 2022, с. 78-81.
9. Хлыбова М.А. Преимущество формирования научно-исследовательской компетенции в трехуровневой системе высшего образования / М.А. Хлыбова // Филологические науки. Вопросы теории и практики. – Тамбов: Грамота, 2017. – № 10(76): в 3-х ч. – Ч. 2. – с. 213-215.
10. ФГОС 35.03.06 Агроинженерия, [fgos.rufgos 35/03/06/agroinzheneriya-813/](http://fgos.rufgos).

Научная статья
УДК 004

Дарья Сергеевна Федюкова, Екатерина Владимировна Берднова
Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, Саратов, Россия

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы внедрения искусственного интеллекта в области кибербезопасности. Проанализирована статистика случаев мошенничества в сети Интернет в России и за рубежом.

Ключевые слова: искусственный интеллект, цифровые технологии, кибербезопасность, мошенничество, инновационные технические средства, интеллектуальный агент

Daria S. Fedyukova, Ekaterina Vl. Berdnova
Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

CURRENT ISSUES OF THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN CYBERSECURITY

Annotation. The paper highlights the issues of the introduction of artificial intelligence in the field of cyber security. The statistics of fraud cases on the Internet in Russia and abroad are analyzed.

Keywords: artificial intelligence, digital technologies, cybersecurity, fraud, innovative technical means, intelligent agent

Кибербезопасность (КБ), или информационная безопасность (ИБ), в настоящее время является актуальным и перспективным направлением в современном обществе, в том числе широкий спектр профессий, связанные с защитой информации.

Киберпреступники разрабатывают новые способы атаки на информационные системы, поэтому защита информации становится важной задачей для организаций. В этой области существует профессии: специалисты по кибербезопасности, этичные хакеры, аналитики безопасности. Одной из основных задач является защита конфиденциальности данных. Компании хранят информацию о своих клиентах: персональные данные (ПД), финансовая информация и коммерческие секреты. Утечка данных может привести к финансовым потерям и потере доверия клиентов. Поэтому, специалисты по КБ разрабатывают и внедряют меры защиты: шифрование данных, многоуровневая аутентификация, системы мониторинга и защиту от вредоносных программ и

вирусов. Компьютерные системы подвержены риску заражения вредоносными программами [1].

Один из элементов КБ – обучение сотрудников организации основам безопасности информации. Утечки данных происходят из-за неграмотности сотрудников, поэтому необходимо проводить обучение и осведомлять их о возможных угрозах и методах предотвращения.

В современном обществе искусственный интеллект (ИИ) является неотъемлемой частью КБ. С развитием технологий он стал применяться для обнаружения угроз, защиты от кибератак и принятия решений.

Основное преимущество использования ИИ — это способность в кратчайшие сроки анализировать большие объемы данных, что позволяет выявлять угрозы быстрее и принимать меры для их предотвращения. Использование ИИ также способствует автоматизации процесса обнаружения и реагирования на кибератаки. Он может непрерывно мониторить сеть и обнаруживать аномальное поведение, указывая на кибератаку, а также автоматически реагировать на угрозы, блокируя доступ хакеров и предотвращая утечку данных.

Еще одним важным аспектом использования ИИ в КБ является его способность обучаться на основе опыта. Он может использовать данные о предыдущих кибератаках для улучшения своих алгоритмов и обеспечения более точного обнаружения угроз в будущем.

Однако хакеры могут использовать ИИ для обхода систем защиты и создания более сложных и утонченных кибератак. Для безопасного и эффективного использования ИИ в КБ, необходимо придерживаться следующих правил:

- обеспечить защиту данных и алгоритмов ИИ от кибератак и взломов. Хакеры могут использовать вредоносные алгоритмы для внедрения в систему и изменения ее работы, чтобы обойти системы защиты. Поэтому необходимо усилить меры защиты систем, работающих на основе ИИ, и проводить регулярные проверки на наличие уязвимостей.

- обучать ИИ на различных типах кибератак и угроз, а также использовать актуальные данные. Он не сможет эффективно обнаруживать новые типы угроз. Поэтому необходимо использовать актуальные данные о киберугрозах и проводить регулярное обучение.

- учитывать этические и правовые вопросы в отношении использования ИИ в КБ. Например, принятие решений на основе ИИ может привести к нарушению прав человека на приватность. Поэтому необходимо разработать этические и правовые стандарты, регулирующие использование ИИ в КБ.

Использование ИИ в КБ не может полностью заменить человеческий фактор. Для принятия окончательного решения о безопасности требуется участие человека. Поэтому необходимо использовать его как инструмент, помогающий человеку, а не заменяющий его.

Количество киберпреступлений увеличивается (рис.1) [3]. За прошлый год потери российской экономики от деятельности хакеров составили около 6 трлн. рублей. По словам экспертов, злоумышленники часто находятся не на один, а сразу несколько шагов впереди специалистов по информационной безопасности и правоохранителей.



Рисунок 1 – преступления с использованием ИТ технологий в России

По статистике МВД [4], каждое четвертое преступление совершается с использованием ИТ-технологий. За пять лет число киберпреступлений в России увеличилось в 12.5 раза. За семь лет – в 20 раз. В связи с этим сфера ИБ тоже развивается. Сейчас есть несколько направлений развития симбиоза ИИ+ИБ.

Первые преступления в сфере ИБ ориентировочно в России начали появляться уже в середине 1960-х годов, а в Америке – раньше.

Если проанализировать подходы к кибербезопасности в России и США, то можно выявить следующие особенности [2]:

- международной ИБ в России называется совокупность безопасности информационных и коммуникационных систем и сетей, а также политических, идеологических и правовых аспектов,

- в Америке обеспечивается КБ, защита информации в киберпространстве.

В России, как и в Европе, после принятия основополагающего законодательного акта — Федерального закона «О персональных данных» № 152-ФЗ от 27 июля 2006 года — субъекты ПД получили стройную систему защиты своих прав.

По законодательству РФ самый большой штраф за сбор и обработку ПД без согласия субъекта (а это наиболее частое нарушение в области защиты ПД в России) по Федеральному закону № 152-ФЗ составляет 75 тысяч рублей (ч. 2 ст. 13.11 КоАП РФ). В нашей стране отсутствует специальная уголовная статья за хищение ПД человека. Российский суд в этом случае будет выбирать из двух статей УК РФ: «Нарушение неприкосновенности частной жизни» (ст. 137 УК РФ) или «Неправомерный доступ к компьютерной информации» (ст. 272 УК РФ). Но в обоих случаях штрафы составляют максимум полмиллиона рублей.

Регулирование сферы информации стало приоритетом американской государственной политики раньше, чем в других странах. С начала 1990-х гг. американская политика носила характер крайностей. Наиболее приоритетным направлением информационной политики было обеспечение безопасности конфиденциальной информации.

В США общее законодательство о ПД отсутствует, но на уровне отдельных штатов соответствующие акты принимаются. В Калифорнии с 1 января 2020 года начал действовать California Consumer Privacy Act, регулирующий правила

сбора ПД и работы с ними. Согласно этому документу, к ПД можно отнести, как и в России, любые данные, позволяющие идентифицировать конкретного человека: любые идентификаторы, биометрия, геолокация, история интернет-просмотров, а также информация о трудоустройстве или образовании. Законодательство о защите ПД в США представляется в этом плане разрозненным, и правовое регулирование там касается больше ответственности за преступления в этой сфере.

Для США вопрос киберпреступлений имеет двоякую природу. С одной стороны, согласно разделу 18 Свода законов США предусматривается ответственность за кражу личных данных и взлом компьютерных систем, которая на федеральном уровне составляет от 100 до 250 тыс. долл. в зависимости от тяжести преступления (§ 3571 разд. 18 СЗ США). С другой – после терактов 11 сентября легальный сбор на государственном уровне данных об американцах стал частью Закона о патриотизме. Однако с 2015 года в этой области наметилась тенденция к либерализации после того, как начал действовать Акт о свободе. После начала его действия Агентство национальной безопасности, которое раньше на основании Закона о патриотизме могло массово собирать данные и перехватывать их, теперь имеет к таким данным доступ лишь на основании судебного ордера. Собирать данные о гражданах США могут только уполномоченные на это провайдеры. А за незаконный доступ к компьютерам или перехват электронных сообщений тюремный срок от полугода до пяти лет.

Защита ПД в США опирается на свободу оператора и доверие к его сотрудникам. В США упор делается на системное обучение сотрудников базовым и специальным нормам работы с конфиденциальной информацией.

Практика защиты ПД, применяемая в США, дает больше свободы конкретному оператору в выборе средств защиты ПД. Но американская судебная система допускает предъявление многомиллионных исков за нарушение правил защиты данных. Такие иски удовлетворяются, и финансовые рычаги дисциплинируют операторов, повышая ответственность при защите конфиденциальной информации.

В России существует требование к разработке локальных нормативных актов оператора, являющиеся набором правил и пересказом действующих в этой сфере норм – постановлений правительства и приказов ФСТЭК. Согласно требованиям государства, эта политика должна подробно описывать принципы:

- получение права на доступ к ПД;
- основные требования к хранению ПД на серверах и в информационных базах;
- требования к реакции сотрудников оператора на инциденты ИБ и нормы, регулирующие их устранение;
- ограничение на любые формы оборота ПД, в том числе использование и распространение.

Владельцы тематических сайтов и форумов собирают контактные данные пользователей: адреса электронной почты и номера, используя для подтверждения регистрации или оповещений. По закону, сайты не имеют права

передавать персональные данные посетителей третьим лицам. Но недобросовестные владельцы интернет-ресурсов продают базы с контактами.

Хакеры взламывают сервера крупных компаний (например, сервисов такси и доставки еды) и скачивают базы с номерами клиентов. Далее все номера продаются на «черном» рынке. Найти базу для покупки можно по первым страницам в поисковой выдаче. Есть много сайтов, где свободно продаются базы с телефонами. В редких случаях их даже можно скачать бесплатно.

Специалисты в области киберзащиты отмечают, что базы данных (БД) клиентов оказываются у злоумышленников как побочный продукт. Например, основной целью киберпреступника было получение денег или взлом системы, но при этом в его руках оказывается еще и информация с данными людей. В таком случае их также выставляют на продажу.

"Базы данных могут попадать в руки злоумышленников самыми разными путями. Это может быть использование вредоносного программного обеспечения или целевая атака на компанию, оплошность или умысел сотрудников, ошибки при конфигурировании систем защиты, настройки серверов и т.д., приводящие к тому, что данные оказываются в свободном доступе. Бывает и так, например, что интернет-магазин прекращает существовать, а база данных его клиентов попадает в третьи руки", — рассказывает Александр Вураско, представитель компании Dr. Web.

Персональные данные являются ценным товаром на черном рынке, и их незащищенность ставит миллионы людей в опасность. В России мошенники используют несколько способов для получения личных данных, например, утечки из БД компаний, фишинговые сайты, социальные сети.

Украденные данные позволяют проводить финансовые махинации, преступники получают возможность подделывать документы или передавать информацию третьим лицам. Рассмотрим уровень киберугроз в различных странах мира (рис. 2) [5]. Первое место в рейтинге наиболее кибербезопасных стран заняла Дания, получившая общий балл кибербезопасности 8.91. У Германии показатель кибербезопасности составил 8.76, а у США – 8.73. Относительно высокий рейтинг США отчасти объясняется их первым результатом в Global Cybersecurity Index 2020, а также хорошим рейтингом с точки зрения общей уязвимости кибербезопасности и строгого законодательства.

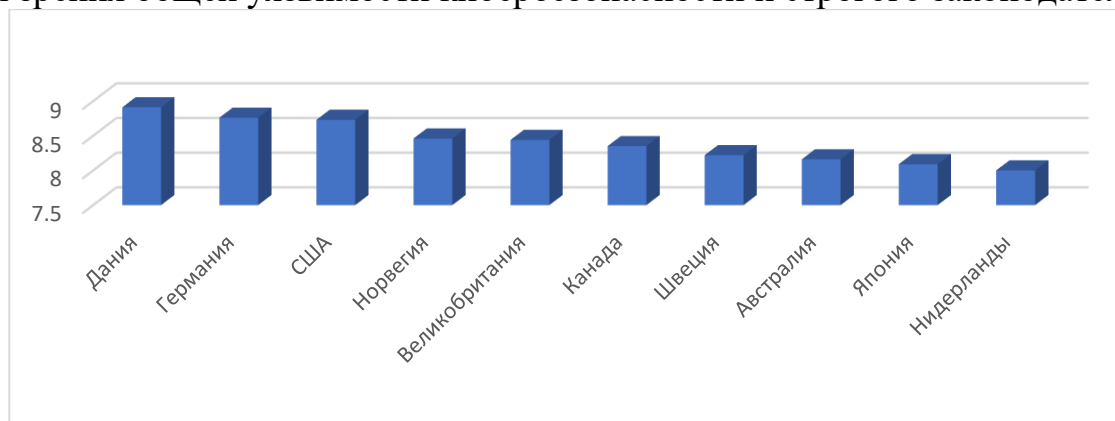


Рисунок 2 – Страны с наименьшим риском киберугроз

Другими странами, вошедшими в десятку самых безопасных стран (рис.3), в порядке рейтинга оказались Норвегия, Великобритания, Канада, Швеция, Австралия, Япония и Нидерланды.

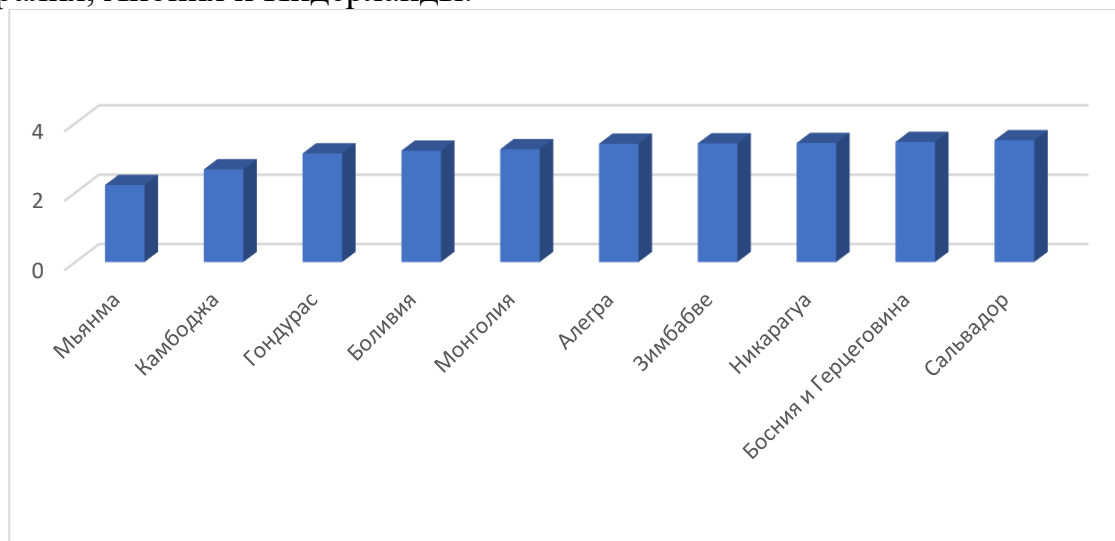


Рисунок 3 – Страны с наибольшим риском киберугроз

Мьянма занимает последнее место в рейтинге интернет-безопасности, набрав всего 2.22 балла по Глобальному индексу кибербезопасности SEON. В Мьянме нет законодательных норм, чтобы поставить барьеры на пути киберпреступников.

Камбоджа следует за Мьянмой с показателем кибербезопасности 2.67, являющийся вторым худшим общим показателем в рейтинге SEON. Гондурас занимает третье место с результатом 3.13. Однако Гондурас в два раза лучше, чем Мьянма и Камбоджа, с точки зрения законодательства по борьбе с киберпреступностью.

В списке наиболее подверженных киберугрозам стран также оказались (от наибольшего риска до наименьшего): Боливия, Монголия, Алгера, Зимбабве, Никарагуа, Босния и Герцеговина и Сальвадор.

Россияне стали охотнее пользоваться услугами «пробивания» абонентов по местоположению: за первые шесть месяцев 2023 года число запросов этой услуги выросло в 1.5 раза, до 35 160.

Определить геолокацию преступники можно через посредников, которые предлагают свои услуги в даркнете. Для этого нужно знать телефон интересующего лица. Услуга называется «вспышка»: можно узнать местонахождение человека не в реальном времени, а в конкретный момент. Делается это всё с использованием инсайдеров, имеющих доступ к специальному оборудованию и ПО. Сотрудники сотовых или интернет-операторов могут тайком предоставлять такие услуги.

По словам опрошенных «Известиями» экспертов, услугами «пробива» местоположения других людей пользуются ревнивые партнеры, проверяющие своих «половинок», и коллекторы, чтобы собрать долги, а также преступники, готовящиеся ограбить квартиру.

В среднем мобильный «пробив» стоит около 30 тыс. рублей, пишет газета со ссылкой на опрошенных экспертов. По их словам, цена зависит от срочности и количества посредников в цепочке. При этом получение геоданных абонентов Билайна дешевле по сравнению с МТС, Мегафоном и Tele2, так как делается не напрямую через сотового оператора.

Корреспонденту «Известий» на одном из теневых форумов удалось обнаружить сразу несколько предложений по определению местоположения пользователя. Так, стоимость координат абонента Билайн составляет от 12 тыс. рублей, а МТС, Tele2 и Мегафона — в среднем 24 тыс.

Основные виды киберпреступлений:

- спам — рекламные рассылки, вредоносный спам (например, содержащий шпионское ПО или спам, заманивающий пользователей на сайты с вредоносным контентом);
- целевой фишинг нацелен на узкие группы пользователей и содержит сообщения с социальным контекстом, призывающие потенциальную жертву открыть исполняемый файл или перейти на сайт содержащий вредоносный код;
- PDF-атаки;
- отравление SEO (Search Engine Optimization) — угрозы оптимизации поискового движка приводят к тому, что сайты, содержащие вредоносный код, подставляются на высокие места в рейтингах поисковых систем при вводе запроса, связанного с мировым чемпионатом. Защититься от таких угроз можно, используя актуальные версии шлюзового антивируса и системы предотвращения, вторжений;
- потеря производительности. Администраторы могут задействовать системы управления трафиком или контентной фильтрации для ограничения или перекрытия доступа к онлайн-ресурсам.
- социальные сети. Аналитики предупреждают о вредоносном ПО, распространяющемся через популярные социальные сети. Решения контентной фильтрации и блокирования файлов должны быть настроены так, чтобы минимизировать угрозы.

В рамках исследования проведен опрос среди пользователей о столкновении с мошенниками в интернете:

1. Звонили ли Вам мошенники хоть раз в этом году по телефону (рис. 4)?

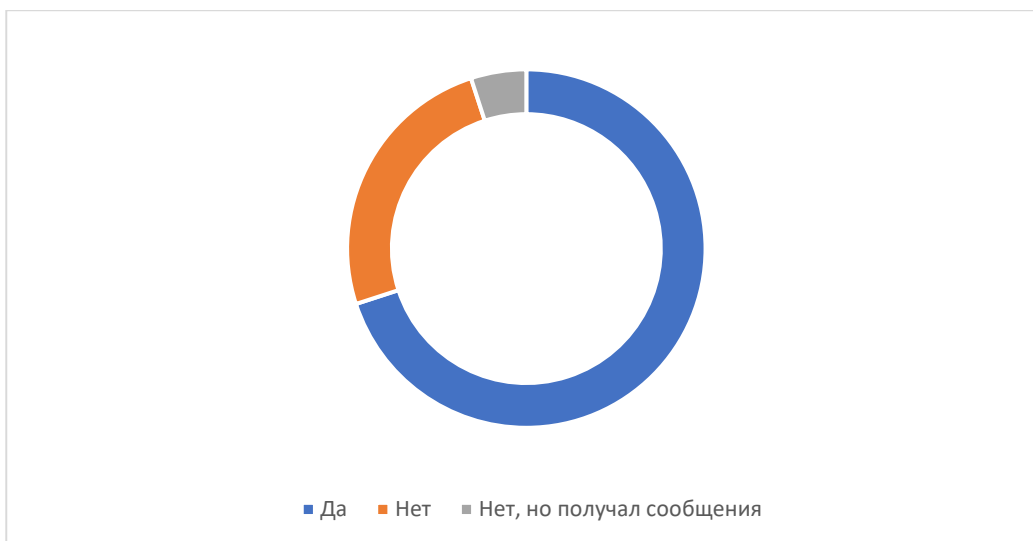


Рисунок 4 – Результаты опроса фокус группы по вопросу «Звонили ли Вам мошенники хоть раз в этом году по телефону?»

70 % опрошенных людей сталкивались с мошенниками, которые пытались обмануть их по телефону. Это звонки с незнакомых номеров, где мошенники пытаются выманить личные данные или деньги у своих жертв. 25 % ответили, что они не отвечают на звонки от незнакомых номеров. 5 % опрошенных получали мошеннические сообщения, но они не отвечали на них. Это может быть связано с тем, что пользователи были бдительны и не поддались уловкам мошенников, не раскрывая свою личную информацию или не переводя деньги на их счета. Общая доля пользователей, попавшихся на мошенников, составляет 75 %. Это говорит о том, что проблема мошенничества не ограничивается звонками по телефону, а также затрагивает и сообщения, которые мошенники отправляют.

2. Попадались ли Вы, ваши родственники, друзья или знакомые на уловки мошенников по телефону или интернету (рис. 5)?

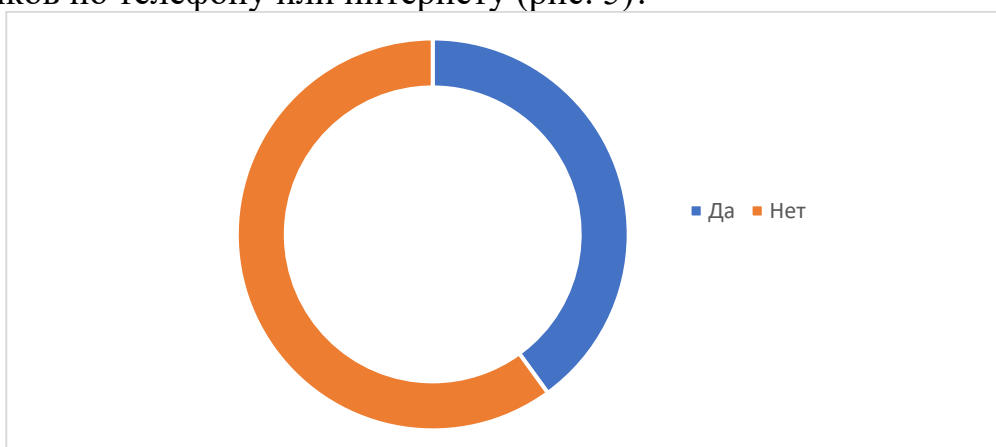


Рисунок 5 – Результаты опроса фокус группы по вопросу «Попадались ли Вы, ваши родственники, друзья или знакомые на уловки мошенников по телефону или интернету?»

40 % пользователей признались, что они попадались на уловки мошенников в сети: переход на незнакомые веб-сайты или предоставление личной информации в ответ на подозрительные вопросы. Однако, 60 % пользователей заявили, что они остаются бдительными.

3. Фишинг — процесс выманивания конфиденциальной информации. Например, вы вводите пароль от аккаунта в социальной сети на поддельном сайте и нажимаете «Войти» – этот процесс называется фишингом. Результаты опроса «сталкивались ли Вы с фишингом?» приведены на рисунке 6.



Рисунок 6 – Результаты опроса фокус группы по вопросу «Сталкивались ли Вы с фишингом?»

Из опрошенных 25 % подтвердили, что получали рассылки на свою электронную почту, 30 % сообщили о том, что им приходили сообщения через мессенджеры, а 20 % столкнулись с фишинговыми попытками при покупке билетов, 10 % респондентов не знали об этом, еще 10 % не сталкивались с фишинговыми попытками вообще и 5 % опрошенных отметили, что их близкие или знакомые встречались с фишингом. Суммарно 75 % опрошенных имели опыт столкновения с фишингом, однако, они были внимательны и не поддались этому мошенничеству.

4. Какие персональные данные Вы чаще всего оставляете (рис. 7)?



Рисунок 7 – Результаты опроса фокус группы по вопросу «Какие персональные данные Вы чаще всего оставляете?»

Среди пользователей сети Интернет, 25 % предоставляют свой контактный номер телефона, в то время как 30 % предпочитают указывать электронную почту. 25 % предоставляют свое полное имя и фамилию, еще 20 % выбирают вариант другой информации (паспортные данные или адрес проживания).

5. Как вы думаете, какой возраст чаще всего попадает на уловки мошенников (рис. 8)?

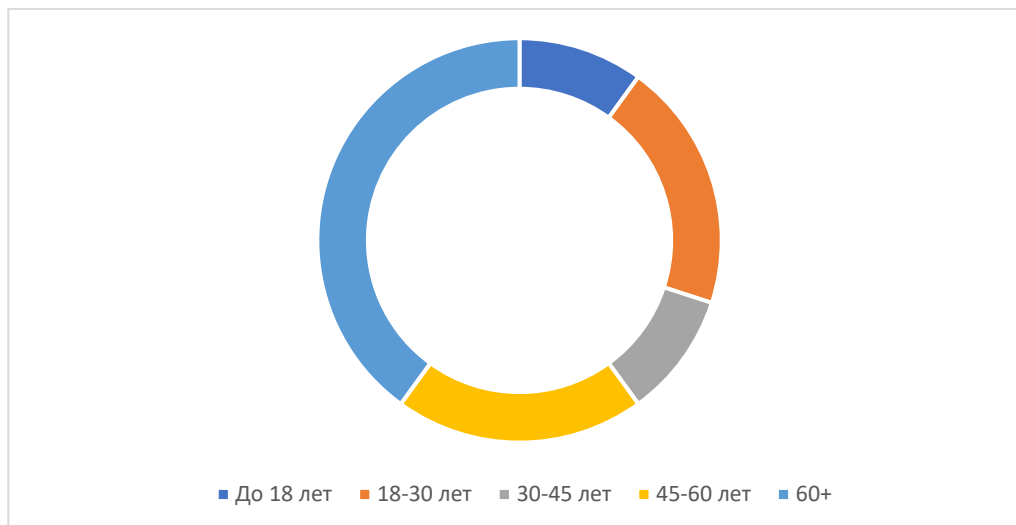


Рисунок 8 – Результаты опроса фокус группы по вопросу «Как вы думаете, какой возраст чаще всего попадает на уловки мошенников?»

Респонденты считают, что 50 % пользователей подвержены уловкам в сети Интернет в возрасте старше 60+ лет, 30 % считают, что в возрасте с 18 до 30 лет, 10 % — в возрасте до 18 и до 45 лет.

Аналитики провели исследование и выяснили, что большинство жителей России (91 %) сталкивались с попытками мошенничества в 2023 году. По их данным, этот показатель на 9 п.п. превышает результат 2022 г. (82 %) [6].

Самая распространённая схема обмана — звонок от якобы представителя банка или правоохранительных органов, цель которого — выяснить данные банковских карт и счетов. Доля тех, кто сталкивался со звонками псевдобанкиров, псевдополицейских или мнимых сотрудников следственных органов, составляет 73 %, что на 19 п. п. больше, чем годом ранее (54 %).

На втором месте по степени распространения — предложения заработать в интернете на «инвестициях». Такие сообщения текущем году получали 63 % россиян, в прошлом — на 8 п. п. меньше (55 %).

Третье место заняли сообщения или электронные письма с подозрительными ссылками, переход по которым связан с финансовыми угрозами. В этом году такие сообщения получали 46 % россиян, в прошлом — 39 % (рост на 7 п. п.).

На четвёртом месте — предложения получить «выплату или компенсацию» от государства, для оформления которой нужно сообщить данные карты или другую информацию. В 2023 году с этим столкнулись 45 % опрошенных, в прошлом — 39 % (рост на 6 п. п.).

На последнем месте сообщения или звонки с просьбами помочь «родственникам или знакомым», которые якобы попали в трудную жизненную

ситуацию, а также вымогательство денег под предлогом получения выигрыша в лотерею. В 2023 году о подобных ситуациях рассказали 43 % россиян, что на 7 п. п. больше, чем в 2022 г. (36 %).

Россиян пытались обмануть через фишинговые сайты (28 %) и при покупке или продаже товаров в интернете (27 %).

Ни разу не сталкивались с попытками мошенничества за последние месяцы лишь 9 % населения страны. В прошлом году этот показатель составлял 18 %, резюмировали аналитики.

У спамеров и мошенников есть базы номеров, состоящие из десятков тысяч телефонов. Собрать такую базу вручную сложно — для этого нужен труд десятков человек. Злоумышленники не занимаются сбором телефонов самостоятельно, а покупают готовые базы. Единственная цель продавцов номеров телефонов — заработать деньги. Цена устанавливается за один номер. В среднем, это 5-7 копеек. Чем больше телефонная база, тем дороже она обойдется спамеру. Монетизация номера происходит через обзвон абонентов с предложением им товары и услуги являющимися элементом мошенничества.

Внедрение ИИ в КБ требует высококвалифицированных специалистов, способных разрабатывать и поддерживать эти системы. Поэтому необходимо инвестировать в образование и подготовку кадров, чтобы иметь достаточное количество экспертов в этой области. Внедрение ИИ в КБ позволит улучшить безопасность информации. Однако, необходимо учитывать современные проблемы и вызовы, а также этические и юридические аспекты, чтобы эффективно использовать эти технологии и обеспечить максимальную защиту от киберугроз.

Список источников

1. Преступления в сфере компьютерной информации В.М. Быков, В.Н. Черкасов. - Москва: Юрлитинформ, 2015.- 325с.
2. Политика США по обеспечению безопасности киберпространства. Журнал США Канада–2022. –№12, – С. 20–27.
3. Статистика киберпреступлений 2023 [Электронный ресурс] / Защита от скликивания рекламы (URL: clickfraud.ru)
4. Кибербезопасность в России [Электронный ресурс] / защита от угроз в виртуальном мире (URL: nauchniestati.ru).
5. Страны с наибольшим и наименьшим риском киберпреступности [Электронный ресурс] (URL: securitylab.ru).
6. Мошенничество в интернете [Электронный ресурс] / Виды и способы защиты (URL: xn--b1aew.xn--p1ai).

Научная статья
УДК 004.03

**Леона Сергеевна Цагарейшвили, Марк Робертович Цагарейшвили,
Аркадий Викторович Ключиков**

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ЦИФРОВИЗАЦИЯ КАК СПОСОБ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ЧЕРЕЗ ВЫСТРАИВАНИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

Аннотация. Статья посвящена проблеме повышение стабильности и отказоустойчивости систем производства товаров и услуг через создание механизмов саморегуляции на основе установления отрицательной обратной связи на всех ключевых этапах технологического процесса. Рассмотрены виды отрицательной обратной связи с точки зрения возможности применения цифровых технологий, а также необходимые компоненты для её установления.

Ключевые слова: оптимизация, отказоустойчивость, избыточность, саморегуляция, контроль качества, искусственный интеллект, системный анализ

Leona Ts. Sergeyevna, Mark R. Tsagareishvili, Arkadiy V. Kluchikov

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after
N.I. Vavilov, Saratov, Russia

DIGITIZATION AS A WAY TO OPTIMIZE PRODUCTION PROCESSES THROUGH NEGATIVE FEEDBACK LOOPING

Annotation. The article is dedicated to the issue of enhancing the stability and fault tolerance of production systems for goods and services through the establishment of self-regulation mechanisms based on implementing negative feedback at all key stages of the technological process. It explores types of negative feedback in terms of the potential application of digital technologies, as well as the necessary components for its establishment.

Keywords: optimization, fault tolerance, redundancy, self-regulation, quality control, artificial intelligence, system analysis

Введение. Выстраивание устойчивой системы необходимо при ведении крупных предприятий, логистических операций, оказании услуг с большим охватом потребителей. Это связано с тем, что сбои или отказы в работе системы могут привести к проблемам: задержки в поставках, потеря клиентов, ухудшение репутации компании. Поэтому, для обеспечения стабильности и надежности работы системы, необходимо использовать методы и технологии, позволяющие обнаруживать и устранять проблемы в работе на ранних этапах, а также предотвращать возникновение новых ошибок в будущем [1].

Современные методы повышения отказоустойчивости систем основаны на использовании избыточности системы [2]. Избыточность системы – это превышение объемов сигналов или меры сложности структур по сравнению с их минимальными значениями, необходимыми для выполнения поставленной задачи. Приведенное определение избыточности соответствует рассмотрению системы на уровне технической реализации, когда основными видами избыточности системы являются сигнальная и структурная. На абстрактном уровне говорят об информационной избыточности (по количеству обрабатываемой информации) и алгоритмической [3].

Структурная является эффективным подходом для обеспечения жизненно важных процессов, например, использование вспомогательных силовых установок и нескольких двигателей в самолетах. Однако, в случаях, когда критичность ситуации не высока, использование избыточности может быть экономически неэффективным. Предлагается рассмотреть альтернативный подход к повышению стабильности систем через использование принципов саморегуляции [4]. Этот подход позволяет системе адаптироваться к изменяющимся условиям и реагировать на возможные сбои и отказы в работе, что может улучшить ее отказоустойчивость и надежность.

Цель работы. Повышение стабильности и отказоустойчивости системы производственных процессов.

Результаты исследований. Отрицательная обратная связь (ООС) – это вид обратной связи, при котором происходит противодействие тенденциям изменения выходного параметра. ООС направлен на сохранение, стабилизацию требуемого значения параметра (например, стабилизацию количества выпускаемой продукции). При разработке моделей функционирования сложных саморегулирующихся, самоорганизующихся систем одновременно присутствуют отрицательные и положительные обратные связи. На использовании этих понятий базируется имитационное динамическое моделирование.

Технологические процессы характеризуются точностью соблюдаемых параметров, определённым «гомеостазом», поэтому отрицательная обратная связь, возвращающая отклоняющиеся параметры к строго установленной норме, является предпочтительной для анализа.

Общий принцип действия ООС в живых организмах представлен рецептором («детектором») и регулятором. Рецептор принимает раздражение из окружающей среды, с использованием нервной системы анализирует и передает сигнал о раздражении в «регулятор». Информация о раздражении передается в

эффектор, вырабатывающий гормоны, поступающие в кровь. Отклонение, вызванное воздействием окружающей среды в организме уменьшается. В отличие от живых организмов, предприятия (коммерческие и бюджетные организации) не обладают классической нервной системой, однако имеется возможность создать её «цифровую версию».

В результате анализа способов установления ООС в процессе производства или оказания услуг были выделены следующие виды (рис.1).



Рисунок 1 – Виды отрицательной обратной связи в производстве

ООС может устанавливаться простая, когда происходит изменение параметра в противоположную сторону (например, алгоритмы увеличения пропускной способности сайта при повышенной нагрузке или увеличения стоимости услуги при повышенном спросе) и сложная, близкая к живым системам, требующая анализатора и регулятора. Простая ООС используется повсеместно в сфере роботизации, искусственных нейронных сетей, систем искусственного интеллекта и может быть отнесена к алгоритмической избыточности.

Соответственно для создания простой ООС необходимы следующие элементы:

- детектор;
- алгоритм (программа);
- строго алгоритмизированное решение.

Для создания сложной ООС необходимы следующие элементы:

- анализатор (естественный, искусственный);
- регулятор;
- вариативное решение.

Для оптимизации процессов производства необходимо ООС на ключевых этапах взаимодействия работников с промежуточным продуктом (услугой) для выявления неявных, скрытых дефектов системы. Неупорядоченность предпринимаемых ежедневно мер или систематические ошибки могут суммироваться и приводить к неэффективному производству, а также экономическим потерям.

Анализатор является экспертом, оценивая принимаемую информацию согласно технологическим стандартам и корректируя ситуации, чтобы качество товара или услуги соответствовало ожиданиям.

Рассмотрим выстраивание обратной связи на примере организации производства молока. Если в животноводческом хозяйстве существуют неэффективные показатели по здоровью стада, руководство без обратной связи может решить, что проблема в ветеринарных специалистах, лекарствах или породных данных животных. Скрытая проблема – в помещениях не установлены фиксаторы («хэдлоки»), позволяющие проводить диагностику и лечение в комфортных для животного и специалиста условиях. Отсутствие связи между исполнительным звеном и руководящим может вести к накоплению негативного эффекта или обуславливать установление ограничивающего фактора, не позволяющего повысить эффективность производства в целом.

Наличие анализатора, владеющего информацией о наиболее качественном способе организации производства, способного правильно интерпретировать получаемую информацию об ошибках, а также выступать «третьей», экспертной стороной – является решением данной проблемы. Подобные процессы реализованы в области разработки программного обеспечения и строительной сфере. Например, контроль качества – это комплекс мероприятий входного, операционного и приемочного контроля, направленный на обеспечение соответствия строительства установленным стандартам качества и проектной документации.

Создание цифровой поддержки процесса является структурным подразделением, планируемым к организации на изначальном этапе. При этом, использование человеческого экспертного ресурса является дорогостоящей услугой, поэтому особое значение имеет обучение и использование искусственного интеллекта для создания собственной системы контроля организации. Если саморегуляция будет реализовываться с использованием искусственного интеллекта, сложную ООС можно отнести к алгоритмической избыточности. Налаживание подсистемы анализатора-регулятора является сложным процессом и требует структурных аппаратных решений. Выстраивание ООС – это способ достижения поставленной цели оптимизации процессов, а алгоритмическая избыточность – средство.

Заключение. Предложенные варианты выстраивания ООС являются одними из случаев использования цифровых технологий в этой области. Создание саморегулирующейся искусственной системы (крупной организации или производства, выходящих за операционную деятельность человека) – необходимо для ключевых элементов: детектор/анализатор (системы распознавания текста, видеонаблюдения; нейросетевые языковые модели), регулятор (автоматические системы; удалённый доступ; роботизация производства). Цифровизация процессов должна стать основной статьёй расходов у организаций, желающих повысить свою эффективность. Социальные аспекты взаимодействия в организациях имеют механизмы саморегуляции. Если оптимизировать систему, то необходимо создавать контролируемые каналы с опорой на определённые стандарты качества.

Список источников

1. Видяев И.Г. Устойчивое развитие производства в России / И. Г. Видяев, Е.А. Грахова, В.В. Гузырь // Векторы благополучия: экономика и социум. – 2018. – № 1 (28). – С. 102-113.
2. Согомонян Е.С. Самопроверяемые устройства и отказоустойчивые системы / Е.С. Согомонян, Е.В. Слабаков. – М : Радио и связь, 1989. – 208 с.
3. Глушков, В.М. Энциклопедия кибернетики / В.М. Глушков, Н.М. Амосов, И.А. Артеменко. – Том 1.. – Киев : АН УССР, 1974. – 608 с.
4. Чернышов В.Н. Теория систем и системный анализ: учеб. пособие / В.Н. Чернышов, А.В. Чернышов. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 96 с.

Научная статья
УДК 619:616-07:004

**Марк Робертович Цагарейшвили, Аркадий Викторович Ключиков,
Роман Дмитриевич Гончаров, Иван Исаевич Калюжный**

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

КОНЦЕПЦИЯ ПРИЛОЖЕНИЯ ПО ВЕТЕРИНАРНОЙ ДИАГНОСТИКЕ БОЛЕЗНЕЙ ОРГАНОВ ПИЩЕВАРЕНИЯ

Аннотация. Статья посвящена проблемам алгоритмизации процесса исследования пищеварительной системы крупного рогатого скота и возможности цифровизации полученного протокола в виде мобильного приложения. Проведен анализ методологии клинической диагностики в условиях интенсивного животноводства и большой численности поголовья исследуемых животных. Приведена концепция и основные элементы приложения по ветеринарной диагностике болезней органов пищеварения незаразной этиологии.

Ключевые слова: незаразные болезни животных, крупный рогатый скот, цифровизация, цифровая трансформация, пищеварительная система

**Mark R. Tsagareishvili, Arkadiy V. Kluchikov, Roman D. Goncharov,
Ivan I. Kalyuzhnyy**

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

CONCEPT OF AN APPLICATION FOR VETERINARY DIAGNOSIS OF DIGESTIVE SYSTEM DISEASES

Annotation. The article addresses the problems of algorithmizing the process of studying the digestive system of large cattle and the possibility of digitizing the obtained protocol in the form of a mobile application. An analysis of the methodology of clinical diagnosis in the context of intensive animal husbandry and a large number of examined animals was conducted. The concept and main elements of the application for veterinary diagnosis of non-infectious diseases of the digestive organs are presented.

Keywords: non-infectious diseases of animals, cattle, digitization, digital transformation, digestive system

Введение. В условиях интенсивного животноводства система выбора алгоритмов проведения диагностических исследований незаразных заболеваний формально не закреплена, в связи с этим сохраняется тенденция эмпирического подбора терапии новоприбывшего в профессию ветеринарного специалиста, а также поддерживается традиция передачи опыта от врача-наставника. В вопросах теории диагностического процесса современная медицина соответствует уровню исследований С.П. Боткина, который в 1885 году писал: «В учебниках и монографиях по отделам частной патологии и терапии мы можем подчеркнуть прекрасные сведения относительно проявлений патологической жизни...; но, к сожалению, способ применения этих знаний к отдельным индивидуумам остается на произвол каждого: всякий вырабатывает свой собственный метод и применяет свои знания как ему удобнее; но не легко дается это применение к индивидуальным случаям, и каждый из нас проходит через целый ряд мучительных сомнений и ошибок, прежде чем достигнет умения правильно применять с гуманной целью свои теоретические врачебные сведения со спокойной совестью, без последующих нравственных пыток» [1].

При консервативном подходе сложно критически оценить эффективность диагностики, а также унифицировать определеннный протокол исследования, который, как любую гипотезу, можно тестировать и совершенствовать. Особенность практического аспекта проблемы диагностики преобразовывается в определенную материальную зависимость показателей эффективности управления и экономики предприятия: некачественная диагностика приводит к убыткам от снижения продуктивности и выбраковки животных. Заболевания пищеварительной системы и обмена веществ выявляемые при интенсивных методах выращивания и хозяйственного использования животных являются один из аспектов, требующих внимания [2].

Совершенствование управленческих процессов в производстве приводит к внедрению различных цифровых технологий, наиболее доступными являются мобильные приложения [3]

Цель работы. Повышение качества диагностики болезней органов пищеварения с использованием цифровых технологий.

Задачи:

1. Изучить методологию клинической диагностики;
2. Провести анализ существующих диагностических подходов в связи с интенсивным ведением животноводства;
3. Определить концепцию приложения по ветеринарной диагностике болезней органов пищеварения.

Результаты исследований. Методология клинической диагностики состоит из множества узко специализированных рекомендаций, которые в своей сумме должны выстраиваться в ясную картину клинического восприятия протекающих в организме физиологических и патологических, компенсаторных и декомпенсаторных процессов, обеспечивающую достоверное установление диагноза [5].

Выявление симптомов является первым этапом общего процесса диагностики. Обнаруженные в результате исследования симптомы должны быть группировке

и анализу с учетом временного фактора (возникновение, развитие и исход патологического процесса) и других сведений из анамнеза жизни. В результате врач формирует в своем сознании вместо представления о патологическом процессе, образ клинической картины болезни, и в результате создает краткое заключение о наблюдаемой клинической картине в соответствии с современными нозологическими критериями с указанием особенностей течения заболевания у конкретного пациента. Данное краткое врачебное заключение носит название клинического диагноза [6].

В области диагностики сформировались и сосуществуют два различных подхода. Первый подход связан с активным выявлением и оценкой клинических симптомов на основе закономерностей формирования и развития патологического процесса. Второй подход основан на установлении аналогий, при котором на основе выявленных симптомов производится поиск образа, аналогии или копии ранее описанной типичной клинической картины болезни. Метод аналогии широко применяется врачами узких специализаций в случаях типичного течения заболевания, однако он ориентирован на «узнавание» болезни, а не «распознавание». Иногда врачебный опыт также связывают с узнаванием болезни, однако под врачебным опытом следует понимать приобретение определенной системы в принятии решений, касающихся диагностических и лечебных задач. Распознавание заболевания по определенному набору признаков не является клиническим мышлением и клинической диагностикой [1].

Порядок диагностики может быть стандартизирован, например, при составлении клинических руководств. Клинические руководства (рекомендации) разрабатываются и утверждаются профессиональными медицинскими ассоциациями. Они содержат: методы диагностики, классификацию, план и условия ведения больного алгоритмы ведения больного, уровни достоверности лечебных мероприятий, схемы лекарственной терапии с дозами и информацию, необходимую врачу для принятия решений в клинических ситуациях. Эти рекомендации предназначены врачам и организаторам здравоохранения, для разработки индикаторов и управления качеством лечебно-диагностического процесса, разработки типовых таблиц оснащения и непрерывного повышения квалификации врачей [7].

Объектом медицинской диагностики является внутренний патологический процесс. Внешние признаки процесса, носящие название симптомов, устанавливаются с применением клинических методов исследования [6]. Однако следует учитывать, что большое количество обследуемых животных не позволяет подробно изучать полную клиническую картину – как совокупность всех доступных для выявления показателей здоровья отдельного животного. Место полномасштабной диагностики в системе здоровьесберегающих мер в животноводстве занимает маркерный скрининг.

Скрининг – это предположительное выявление скрытой болезни или дефекта с применением тестов, обследований и других процедур, проведенные ускоренно (комиссия по хроническим болезням, США). Биологический маркер – это какой-

либо параметр, поддающийся достоверному измерению, по которому можно узнать информацию о состоянии здоровья [8].

Необходимо знать время, необходимое для индикации животных и соотнесение их с базой данных поголовья животноводческого хозяйства. Из-за большой численности исследуемых животных наиболее удобным и достоверным методом индикации животных являются автоматические системы считывания меток.

Основной алгоритм приложения по ветеринарной диагностике болезней органов пищеварения строится на научно-обоснованной последовательности изучаемых маркеров, представленные как список задач с полем для ввода результата. Вариативность результата должна ограничиваться диапазоном проявления признака, физиологического и патологического значение. Примером такой последовательности исследований может являться: исследование количества движений рубца, измерение рН слюны, биохимический анализ крови.

Аспекты, требуемые для разработки мобильного приложения по диагностике болезней:

1. Точная система идентификации животных;
2. Использование маркерного скрининга;
3. Составление клинического протокола, базы данных значений исследуемых признаков, а также соотнесение их с референтными значениями для определения границы нормы-патологии.

Заключение. Создание мобильного приложения по ветеринарной диагностике болезней органов пищеварения требуется в контексте маркерного скрининга, так как позволяет собирать данные с большого количества животных и иметь актуальные сведения о состоянии здоровья стада с позиции соответствия референтным значениям. Своевременная и отлаженная система мероприятий повышает качество диагностики болезней органов пищеварения незаразной этиологии, что наиболее успешно может быть достигнуто с применением цифровых технологий.

Список источников

1. Методы и методология клинической диагностики [Электронный ресурс] / Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова, кафедра «Пропедевтики внутренних болезней с клиникой» (URL:https://www.1spbgmu.ru/images/home/universitet/Struktura/Kafedry/Kafedra_propedeutiki_vnutr_bolezney/metody_i_metodologiya_klinich_diagnostiki.pdf).
2. Герасимова М.В. Статистический анализ распространения болезней органов пищеварения крупного рогатого скота с незаразной этиологией в Амурской области / М.В. Герасимова, Е.В. Курятова // Дальневосточный аграрный вестник. — 2017. — № 1. — С. 35-39.
3. Создание информационной системы поддержки принятия врачебных решений на основе методов доказательной медицины/ Лебедев Г. С., Фартушный Э. Н., Шадеркин И. А. [и др.] // Журнал телемедицины и электронного здравоохранения. 2019. Т. 5, № 1. С. 8–16.
4. Функциональные возможности мобильного приложения «планшет ветеринара» / Е.Е. Муханбеткалиев, Р.Б. Ускенов, К.К. Бейсембаев, О.А. Шобагулов // Евразийское научное объединение. – 2020. – № 7-3 -. С.211-216.
5. Назарова А. В. Доказательная ветеринарная медицина / А. В. Назарова, Б. С. Семенов, Т. Ш. Кузнецова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 84 с.
6. Ковалев С.П. Клиническая диагностика внутренних болезней животных : учебник для вузов / С. П. Ковалев, А. П. Курдеко ; Под редакцией С. П. Ковалева [и др.]. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 540 с.
7. Основы доказательной медицины. Учебное пособие для системы послевузовского и дополнительного профессионального образования врачей./Под общей редакцией академика РАМН, профессора Р.Г.Оганова.– М.: Силиция-Полиграф, 2010. – 136 с.
8. Драпкина О.М. Скрининг: терминология, принципы и международный опыт/ Драпкина О.М., Самородская И.В. // Профилактическая медицина. –2019. – № 22(1). – С. 90-97.

Научная статья
УДК 338.24.01

Владимир Анатольевич Шибайкин

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МОДЕЛИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Аннотация. В статье исследованы вопросы трансформации бизнес-моделей в условиях цифровой экономики. Определены цифровая трансформация и цифровизация. Выполнен анализ различных подходов к построению бизнес-моделей. Рассмотрено изменение бизнес-моделей на примере общественного питания.

Ключевые слова: цифровизация, цифровая трансформация, бизнес-модель

Vladimir An. Shibaykin

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

PROMISING MODELS OF DIGITAL TRANSFORMATION

Annotation. The article examines the issues of transformation of business models in the digital economy. Digital transformation and digitalization are defined. The analysis of various approaches to building business models is carried out. The change of business models is considered on the example of public catering.

Keywords: digitalization, digital transformation, business model

Введение. Переход на цифровые технологии — явление неизбежное, но люди с долей недоверия относятся к активному развитию информационных технологий, видя в них угрозу традиционному укладу жизни.

Решение вопросов трансформации затрагивает не только вопросы экономики, но и нашу повседневную жизнь. Реформирование необходимо осуществлять продуманно, используя и адаптируя к специфике российских регионов отечественный опыт, используя анализ системы экономических отношений и институтов, существующих моделей и подходов к цифровой трансформации. Постановка целей и методов экономической политики должны предварять принятие решений в данной сфере. Это предусматривает постановление Правительства РФ от 02.03.2019 N 234 (ред. от 13.05.2022) «О системе управления реализацией национальной программы Цифровая экономика Российской Федерации», вместе с Положением о системе управления реализацией национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации») [2].

Постановка проблемы. В исследованиях есть множество определений цифровой трансформации. В работе Хачатрян Г.А., Мухина И.В., под цифровой

трансформацией понимается непрерывная адаптация к меняющимся условиям за счет соответствующих технологий, организационного обучения и процессов принятия решений с применением данных высокого качества, доступных в более короткие сроки. Другим Гуриева Л.К Коченов С.К определением можно считать внедрение новых цифровых подходов к выполнению работы с проявлением реальных преимуществ этих подходов [1]. в других исследованиях как глобальный процесс интеграции технологий. Цифровую трансформацию невозможно осуществить без цифровизации.

Методика исследования. Цифровая трансформация и цифровизация на первый взгляд одинаковые понятия, но на самом деле они существенно различаются.

Цифровизация - это всеобъемлющее проникновение новейших цифровых технологий во все сферы деятельности производства и жизни. Это является следующим логическим шагом после оцифровки данных, то есть перевода всей информации в цифровой формат, а также улучшения ее обработки.

Цифровая трансформация отличается от цифровизации тем, что несет в себе глубокие и всесторонние изменения в производственных и социальных процессах, связанные не просто с заменой аналоговых технических систем цифровыми и широкомасштабным применением цифровых технологий, а также с изменением организационных структур компаний и бизнес-моделей [4]. Можно предположить, что меняется направление, основанное на согласии или административном принятии решений, на новое направление определяющим принятием решений в самой системе основываясь на аналитических запросах из базы данных. Используется подход, называемый принятием решений на больших данных. В английском варианте - Data Driven. Благодаря подходу к принятию решений, основанных на информации из баз данных, появляются качественно новые продукты и услуги.

Инструментом цифровой трансформации являются современные информационные технологии. Под современными информационными технологиями понимается - совокупность программно-технических и технологических средств, а также методов обеспечивающих сбор, накопление, обработку, хранение, представление и распространение информации. Сюда включают также автоматизацию управления бизнес-процессами организаций и процессы производства различных товаров [3].

Методы принятия решений основанные на технологии полученной в результате цифровизации - Data Driven рассмотрим на примере известной компании. На рынке общественного питания она известна как «Додо Пицца». Данная компания была создана в 2011 в городе Сыктывкар. Начло компании - это обычное подвальное помещение. Результат - это сеть пиццерий №1 в России, которая создала свою собственную информационную систему – Додо ИС.

С самого начала наша компания инвестировала миллионы долларов в Dodo IS, свою собственную облачную ERP-систему, которая охватывает практически все аспекты этого бизнеса (от заказа до доставки, от поставок и производства до управления несколькими магазинами на основе данных и аналитики продаж).

Данная модель была пророческой для всего. Буквально все отрасли сейчас

подвергаются изменениям из-за Интернета и мобильных технологий, и не исключением является агропромышленный комплекс.

Результаты. Давайте разберём плюсы и минусы технологий. *К плюсам можно отнести:*

1. Возможность обращения пользователя к большим объёмам информации, развлечениям, чем при использовании традиционных технологий.

2. Экономия времени.

3. Технологии помогают автоматизировать или упростить выполнение ряда утомительных обязанностей.

К минусам можно отнести:

1. Выход из строя компьютерных устройств хранения информации и других механизмов.

2. Сейчас современное общество приобретает фактически полную зависимость от информационной инфраструктуры.

3. Технологии могут отрицательно повлиять на развитие коммуникативных навыков человека и социальное взаимодействие.

Выводы. В результате проведенного обзора можем сформулировать следующее что пример приведенный в статье показывает, как цифровая трансформация может повлиять на работу бизнес-модели. Подобный пример можно привести на уровне государственной экономики. Возникает тенденция что каждое крупное сельскохозяйственное предприятие должно иметь свое программное обеспечение по типу ERP или использовать облачные технологии.

Цифровизация управления сельскохозяйственным сектором России позволит создать оптимальную систему производства, хранения, транспортировки, переработки и распределения продукции, оптимально регулировать производственные процессы своевременно и с минимально возможными затратами, использовать машины, совместимые с информационными системами и программным обеспечением, которые устраняют негативное влияние человеческого фактора на результаты производства [5].

Цифровая трансформация сельского хозяйства и цифровой экономики – это одна из значимых задач в нашем государстве.

Список источников

1. Гуриева Л.К., Коченов С.К. Перспективные направления цифровой трансформации корпоративного бизнеса [Статья] // Вопросы устойчивого развития общества. 2019. - № 3. - С. 27-30.
2. Консультант Плюс [В Интернете] // постановление Правительства РФ от 02.03.2019 N 234 (ред. от 13.05.2022) «О системе управления реализацией национальной программы Цифровая экономика Российской Федерации». - КонсультантПлюс. URL:https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_319701/ (дата 11.11.2023).
3. Кузнецов Сергей Дмитриевич Информационные технологии [В Интернете] // Научно-образовательный портал «Большая российская энциклопедия». URL: <https://bigenc.ru/c/informatsionnye-tekhnologii-db7a30> (дата 11.11.2023).
4. Основы цифровой трансформации и цифровой экономики [В Интернете] // Президентская академия. URL: <https://rr.ranepa.ru/page11770041.html> (дата 11.11.2023).
5. Пахомова Т.В., Ерзова П.И., Толстова А.Н., Гавва Е.С.Г., Гусева В.Е., Белов Д.С. Цифровые технологии в АПК. Сборн.: Экономико-математические методы анализа деятельности предприятий АПК. Материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию Вавиловского университета . Под редакцией С.И. Ткачева. Саратов, 2023. - С. 107-112.

Научная статья
УДК 57.087.1

Милена Артуровна Шнипас, Екатерина Владимировна Берднова
Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

БИОПРИНТИРОВАНИЕ И ЕГО ПЕРСПЕКТИВЫ В ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЕ

Аннотация. В статье исследуются материалы, методы и перспективы развития 3D-биопечати в ветеринарной медицине. Рассмотрены методы исследования: анализ литературы, статистический метод, обобщение и классификация.

Ключевые слова: биопринтирование, 3D-биопечать, ветеринария, биочернила, биопринтинг

Milena A. Shnipas, Ekaterina V. Berdnova
Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

BIOPRINTING AND ITS PROSPECTS IN VETERINARY MEDICINE

Annotation. The article examines materials, methods and prospects for the development of 3D bioprinting in veterinary medicine. Research methods are considered: literature analysis, statistical method, generalization and classification.

Keywords: bioprinting, 3D-bioprinting, veterinary medicine, bio-ink, bioprinting

В современном мире, с развитием технологий и техники, возникает вопрос о способах трансплантации, имплантации и протезировании донорских и полученных с использованием проектирования в лаборатории органов. В медицинской и биологической сфере применяется термин “3D-биопринтинг” или “3D-биопечать”. Это современная биотехнологическая методика для создания объемных образцов живых тканей и органов из живых клеток с применением специального оборудования – 3D-биопринтеров. В процессе биопринтинга клетки сохраняют свою функциональность и жизнеспособность, что способствует развитию регенеративной медицины.

3D-биопринтеры используют чернила, состоящие из живых клеток и биоматериалов, для создания тканей и органов, напечатанных на 3D-принтере. Этот процесс состоит из последовательно идущих этапов: компьютерное моделирование, подготовка оборудования и материалов, печать и последующее созревание печатной продукции.

Технологии биопечати позволяют создавать различные виды тканей и органов, предоставляя универсальный и доступный инструмент для исследований и лечения. Использование органов, созданных с использованием биопечати, может сократить дефицита донорских органов. В сочетании с достижениями тканевой

инженерии технологии биопечати также возможно применять в ветеринарии для лечения различных заболеваний: переломы костей, восстановление хрящевой ткани суставов или создание точных моделей патологических процессов.

3D Bioprinting Solutions – частная компания, развивающая технологию трёхмерной органной биопечати. В России печать биоматериала не вышла на уровень повсеместного использования и является деятельностью в пределах лаборатории [1-5, 8, 15, 16].

Биочернила— это ключевой компонент технологии 3D-печати, состоящий из клеток и других биологических материалов. Они определяют точность формы и механическую стабильность при печати, а их биосовместимость влияет на жизнеспособность клеток. Выбор свойств биочернил зависит от типа биопринтера и подхода к биопечати для создания определенной ткани. В 3D-биопечати используются различные типы клеток, но чаще всего применяются стволовые клетки, обладающие способностью к самообновлению и дифференцировке, что позволяет контролировать развитие тканей и создавать биопечатные ткани. Использование стволовых клеток снижает риск отторжения трансплантируемого органа.

Для успешного создания тканей с использованием 3D-печати стволовыми клетками необходима поддержка этих клеток. Существуют два основных метода достижения этого:

1. с использованием каркаса, обеспечивающий механическую поддержку во время развития ткани;
2. без каркаса, когда внутренняя способность клеток создавать структуру ткани используется напрямую.

В зависимости от выбранного метода требуются различные биоинструменты для успешного получения тканей. [1-6]

Методы биопечати с использованием каркасов используют биоматериалы для создания временного каркаса, поддерживающего прикрепление, рост и развитие клеток в структуру ткани. Этот подход имитирует структуру и свойства естественных тканей или органов. Биопечать с использованием каркасов является более экономичной и масштабируемой, чем методы без каркасов. Однако внешние каркасы могут создавать токсичные продукты распада со временем.

Биопечать без каркасов имитирует развитие тканей и внутренние свойства клеток для создания 3D-конструкций. Этот процесс снижает токсичность и увеличивает жизнеспособность клеток. Однако он требует высокой плотности клеток и лишён механической целостности, а также имеет ограниченную масштабируемость.

Свойства биочернил выбираются в зависимости от типа используемого принтера. Существует четыре основных типа биопринтеров: струйные, экструзионные, лазерные и стереолитографические [7, 9, 11, 13]

Биопринтеры на основе экструзии используются для печати биоматериалов с плотной структурой клеток. Они обладают способностью печатать с высокой биологической значимостью вязкости, что позволяет использовать биоматериалы без каркаса. С другой стороны, лазерные биопринтеры позволяют

избегать засорения сопла и обеспечивают высокое разрешение печати.

Каждый метод имеет свои преимущества и ограничения, и новая ткань должна пройти процесс созревания перед трансплантацией в специальных конструкциях. Биопечатные конструкции созревают в регламентированных условиях окружающей среды с использованием биореакторов. Биореакторы регулируют такие параметры, как температура, pH, концентрация CO₂ и гидростатическое давление, чтобы создать физиологическую среду, подобную месту предполагаемой трансплантации [8, 10-12].

Практическая часть. Проанализированы рынки России и зарубежья, литература на русском и английском языках, а также статистические данные разных лет. В ходе исследования выяснено, что странами, использующие эти технологии, являются: США, Япония, Китай, Израиль, Россия, ЮАР, Индия, Эквадор [14].

Страны зарубежья используют технологии биологического печатанья лабораториях при исследованиях и в медицинских целях. Например, в 2022 году ученые из Американской компании 3DBio Therapeutics достигли прорыва в медицинской науке, осуществив первую успешную трансплантацию органа, созданного с использованием 3D-принтера. В этом случае, человеку с микротией (врожденной деформацией уха) пересажена наружная ушная раковина. Имплант был изготовлен из собственных клеток пациента, что снижает риск отторжения импланта организмом.

В 2019 году, российские ученые НИТУ «МИСиС» и НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина на предприятии "Биомиметикс" совместно создали гибрид, установленный коту с остеосаркомой. Результат лечения оказал положительное влияние на динамику выздоровления, имплант смог прижиться в теле донора.

3D-печать также используется в ветеринарии для создания хирургических 3D-моделей, изготовления учебных пособий по ветеринарии и создания имплантов и протезов для животных.

Текущие затраты на обслуживание и использование биопринтеров нецелесообразны, с развитием технологий ожидается повышение их доступности и последующее применение в ветеринарии.

Факторы, влияющие на рынок: технологические инновации, изменения в предпочтениях потребителей, государственные решения и экономические обстоятельства. Цены на биопринтирование зависят от цен, количества пересаживаемых органов за год в стране и технической составляющей страны [14-16].

Проведен анализ рынка на стоимость материалов для процесса биопринтинга. Выделено пять принтеров, с разными методами печати, типами биочернил, страной производителя (табл. 1).

Таблица 1. Сравнительный анализ биопринтеров

Биопринтер	Сфера применения	Производитель	Материал чернил	Метод печати	Стоимость (млн. руб)
Dr. Invivo 4D	Реконструкция, выращивание ткани	Южная Корея	Био-чернила/органика	Экструзия	1.6
V1 BIOPrinter	Костно-хрящевая ткань	Испания	Био-чернила/органика	3 типа экструзии	2
BioAssemblyBot	Биофабрикация. Изготовление тканей, органов, клеточных сфероидов	Америка	Био-чернила: -силиконовые; -органические	Экструзия: -пневматическая; -механическая	7.999
BioScaffold Printer BS3.2	Ткани, пористые структуры. Металлические импланты. Биоинженерия	Германия	Био-чернила/органика	Экструзия: -пневматическая; -механическая	12
NanoOne Bio	Кожа, волосы	Австрия	Био-чернила/органика	-пневматическая экструзия; -электромагнитное капание -фотоотверждение	42.8
NGB-R	Кости, ткани	Франция	Био-чернила/органика	Технология лазерной биопечати	24

На основе исследования сделаны выводы:

- для изготовления чернил используют органику, стволовые клетки пациента и другие биологические заменители, например свиной коллагеновый белок.
- стоимость принтера зависит от метода печати, типа используемых биочернил, страны производителя и размеров биопринтера.

По проведенному исследованию можно предположить, что биопринтирование является востребованной инновацией в сфере технологий и может стать доступным в России в ближайшие десятилетия. Доступность биопринтирования для бюджетных медицинских организаций, по личным подсчетам, произойдет позже, чем для частных клиник. Однако можно с уверенностью сказать, что при налаживании процессов интеграции технологий биопринтинга и активного фокуса внимания общественности, в будущем процесс станет массовым.

Заключение. Использование органов, созданных с использованием биопечати, может помочь в преодолении дефицита донорских органов, а также найти применение в ветеринарии для лечения различных заболеваний.

Несмотря на успехи в сфере трансплантаций, прежде чем 3D-печать будет успешно интегрирована в клиническую практику, необходимо преодолеть комплекс технологических вызовов, а значит связь информатики с «биопечатином» в медицине является важным аспектом для дальнейшего развития.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Bishop E. S., Mostafa, S., Pakvasa, M., Luu, H. H., Lee, M. J., Wolf, J. M., ... Reid, R. R. (2017). 3-D bioprinting technologies in tissue engineering and regenerative medicine: Current and future trends. *Genes & Diseases*, 4(4), 185–195.
2. Dzobo K, Motaung KSCM, Adesida A. Recent Trends in Decellularized Extracellular Matrix Bioinks for 3D Printing: An Updated Review. *Int J Mol Sci*. 2019 Sep 18;20(18):4628.
3. Gopinathan J, Noh I. Recent trends in bioinks for 3D printing. *Biomater Res*. 2018 Apr 6;22:11. Hospodiuk M, Dey M, Sosnoski D, Ozbolat IT. The bioink: a comprehensive review on bioprintable materials. *Biotechnol Adv*.
4. Jang EH, Kim JH, Lee JH, Kim DH, Youn YN. Enhanced Biocompatibility of Multi-Layered, 3D Bio-Printed Artificial Vessels Composed of Autologous Mesenchymal Stem Cells. *Polymers (Basel)*. 2020 Mar 2;12(3):538.
5. Mancha Sánchez E, Gómez-Blanco JC, López Nieto E, Casado JG, Macías-García A, Díaz Díez MA, Carrasco-Amador JP, Torrejón Martín D, Sánchez-Margallo FM, Pagador JB. Hydrogels for Bioprinting: A Systematic Review of Hydrogels Synthesis, Bioprinting Parameters, and Bioprinted Structures Behavior. *Front Bioeng Biotechnol*. 2020 Aug 6;8:776.
6. Murphy SV, Atala A. 3D bioprinting of tissues and organs. *Nat Biotechnol*. 2014 Aug;32(8):773-85.
7. Ong CS, Yesantharao P, Huang CY, Mattson G, Boktor J, Fukunishi T, et al.. 3D bioprinting using stem cells. *Pediatr Res*.
8. Ong CS, Yesantharao P, Huang CY, Mattson G, Boktor J, Fukunishi T, Zhang H, Hibino N. 3D bioprinting using stem cells. *Pediatr Res*. 2018 Jan;83(1-2):223-231.
9. Ovsianikov A, Khademhosseini A, Mironov V. The Synergy of Scaffold-Based and Scaffold-Free Tissue Engineering Strategies. *Trends Biotechnol*. 2018 Apr;36(4):348-357.
10. Rosser J., Thomas-Vazquez, D. Bioreactor processes for maturation of 3D bioprinted tissue. In *3D Bioprinting for Reconstructive Surgery*, 1st ed.; Whitaker, T.J., Ed.; Elsevier Wordmark: Amsterdam, The Netherlands, 2018.
11. Singh S, Choudhury D, Yu F, Mironov V, Naing MW. In situ bioprinting - Bioprinting from benchside to bedside? *Acta Biomater*. 2020 Jan 1;101:14-25.
12. Unagolla JM, Jayasuriya AC. Hydrogel-based 3D bioprinting: A comprehensive review on cell-laden hydrogels, bioink formulations, and future perspectives. *Appl Mater Today*. 2020 Mar;18:100479.
13. Yu Y, Moncal KK, Li J, Peng W, Rivero I, Martin JA, Ozbolat IT. Three-dimensional bioprinting using self-assembling scalable scaffold-free "tissue strands" as a new bioink. *Sci Rep*. 2016 Jun 27;6:28714..
14. Беликова Ксения Михайловна Биопринтинг и выращивание натуральных тканей и органов в странах БРИКС (на примере Бразилии, Индии, Китая и ЮАР): подходы законодательства об интеллектуальной собственности // *Право и политика*. 2020. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bioprinting-i-vyraschivanie-naturalnyh-tkaney-i-organov-v-stranah-briks-na-primere-brazilii-indii-kitaya-i-yuar-podhody-zakonodatelstva-ob> (дата обращения: 09.11.2023).

15. Полянская А.А., Гиркина Д.Б., Стерлева Е.А., Кузнецова О.В., Сергеев Ю.А. Биопринтинг в медицине. Особенности и перспективы использования // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». 2022. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bioprinting-v-meditsine-osobennosti-i-perspektivu-ispolzovaniya> (дата обращения: 09.11.2023).
16. Хесуани Ю.Дж., Сергеева Н.С., Миронов Ва., Мустафин А.Г., Каприн А.Д. Введение в 3D-биопринтинг: история формирования направления, принципы и этапы биопечати // Гены и клетки. 2018. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vvedenie-v-3d-bioprinting-istoriya-formirovaniya-napravleniya-printsipy-i-etapy-bioprechati> (дата обращения: 09.11.2023).

СОДЕРЖАНИЕ

1	<i>Dimovsk I.</i> On the operational calculi for boundary value problems.....	3
2	<i>Жайтлеуова А.А.</i> Основные проблемы и цифровизация агропромышленного комплекса.....	6
3	<i>Бакиров С.С., Абзалов М.А., Елисеев С.С.</i> Обоснование решения о поливе на основе данных датчика послойного контроля влажности почвы.....	12
4	<i>Баклушин К.И., Гаджиев М.М., Рубцова С.Н., Пахомова Т.В.</i> Мониторинг систем инженерных сооружений с использованием цифровых технологий.....	17
5	<i>Гавва Е.С., Дёмина К.Д., Слепцова Л.А.</i> Цифровая экономика в современном мире.....	25
6	<i>Гончаров Р.Д., Исаев А.Д., Алтарев А.А., Вахлюев А.В., Герасимов Р.В.</i> Информационные и программно-алгоритмические средства в технологическом процессе выполнения технического обслуживания трактора FENDT 936 VARIO.....	29
7	<i>Гончаров Р.Д., Тарасов А.Д., Россошанский С.Д., Цагарешвили М.Р.</i> Разработка комплексной цифровой обучающей платформы для сельского хозяйства.....	35
8	<i>Гончаров Р.Д., Курьшов А.А., Исаев А.Д.</i> Эффективное ведение сельскохозяйственной деятельности с применением беспилотных летательных аппаратов.....	42
9	<i>Иванова У.Р., Русанова Д.А., Лажжаунинкас Ю.В.</i> Искусственный интеллект в охране труда.....	48
10	<i>Караваев А.В., Гуськова Ю.А., Смирнова Е.А., Маркина А.А., Берднова Е.В.</i> Гейминг и его развитие, как образовательный потенциал молодёжи.....	51
11	<i>Клименко Н.О., Идрисов А.И., Лажжаунинкас Ю.В.</i> Определение количественных характеристик выброса ахов с использованием программно-аппаратных средств.....	57
12	<i>Ключиков А.В., Елисеев С.С., Гречечук Ю.Н., Цагарешвили М.Р.</i> Разработка алгоритма работы приложения виртуального тренажера для образования.....	62
13	<i>Курочкин И.П., Ключиков А.В., Воробьев Е.Д.</i> Разработка аппаратной части промышленного робота уборщика зернохранилищ.....	70
14	<i>Корелко Р.В., Костенко А.А., Лажжаунинкас Ю.В.</i> Применение современных цифровых технологий в расчете рисков возникновения пожаров на автозаправочных станциях.....	76
15	<i>Осипов И.А., Ключиков А.В., Феоктистов Д.А., Михайлов К.С.</i> Применение технологий виртуальной реальности в имитационном моделировании мобильных роботов.....	80
16	<i>Розанов А.В., Богатырев С.А.</i> Фрактальная структура и динамика временных рядов урожайности зерновых культур в России и США	86

17	<i>Потемкина С.Н., Сарафанова В.А., Ясников И.С.</i> Формирование исследовательских компетенций студентов при изучении раздела «Электростатика».....	93
18	<i>Федюкова Д.С., Берднова Е.В.</i> Актуальные вопросы использования искусственного интеллекта в кибербезопасности.....	100
19	<i>Цагареишвили Л.С., Цагареишвили М.Р., Ключиков А.В.</i> Цифровизация как способ оптимизации процессов производства через выстраивание отрицательной обратной связи.....	111
20	<i>Цагареишвили М.Р., Ключиков А.В., Гончаров Р.Д., Калюжный И.И.</i> Концепция приложения по ветеринарной диагностике болезней органов пищеварения.....	116
21	<i>Шибайкин В.А.</i> Перспективные модели цифровой трансформации	121
22	<i>Шнипас М.А., Берднова Е.В.</i> Биопринтирование и его перспективы в ветеринарной медицине.....	125

Научное издание

**ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

Электронное издание

Адрес размещения:

<https://www.vavilovsar.ru/nauka/konferencii-saratovskogo-gau/2023-g>

Размещено 27.12.2023 г.

Сборник статей Международной научно-практической конференции



Объем данных: 5,6 Мбайт. Аналог печ. л. 8,3

Формат 60×84 1/16. Заказ №844/2023

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики,

биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»

Тел.: 8(8452)26-27-83, email: nir@vavilovsar.ru

410012, г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина, зд. 4, стр. 3.