

	МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИИ
	Министерство сельского хозяйства Иркутской области
	Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского
	Институт экономики, управления и прикладной информатики

Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием для преподавателей, научных сотрудников и аспирантов, посвященной юбилею профессора, почетного работника высшего профессионального образования РФ Ярослава Михайловича Иваньо

«Цифровые технологии и математическое моделирование в науке, образовании и производстве»

30 октября 2025 г.



Молодежный 2025

УДК 004
ББК 16

Цифровые технологии и математическое моделирование в науке, образовании и производстве / Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием для преподавателей, научных сотрудников и аспирантов, посвященной юбилею профессора, почетного работника ВПО РФ Я.М. Иваньо. – Молодежный: Изд-во Иркутский ГАУ, 2025. – 258 с.

В материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием вошли статьи преподавателей, научных работников, аспирантов высших учебных заведений разных регионов России по вопросам применения математического моделирования и цифровых технологий в научных исследованиях, образовательной деятельности, экономике и сельском хозяйстве.

Материалы конференции могут быть полезны студентам, аспирантам, молодым ученым аграрных вузов и сельскохозяйственным товаропроизводителям.

Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием подготовлены за счет гранта Российского научного фонда, проект № 24-21-00502, <https://rscf.ru/project/24-21-00502/>

Редакционная коллегия:

Иваньо Я.М. – проректор по цифровой трансформации Иркутского ГАУ.
Полковская М.Н. – зав. кафедрой информатики и математического моделирования Иркутского ГАУ.

© Коллектив авторов, 2025
© Издательство Иркутский ГАУ, 2025

Цифровые технологии и математическое моделирование в науке и производстве

УДК 004:63:519.6

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Иваньо Я.М.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского
n. Молодежный, с.п. Молодежное, м.р-н Иркутский, Россия

Рассмотрены некоторые вопросы многоуровневого моделирования. Приведены примеры многоуровневого построения трендов и усредненных значений случайных выборок на основе выделения в климатических и производственно-экономических характеристиках многолетних рядов локальных минимумов и максимумов. Многоуровневое описание характеристик позволяет использовать результаты моделирования для оптимизации производства аграрной продукции с применением многоуровневой задачи параметрического программирования для разных степеней агрегирования и разных условий деятельности сельскохозяйственного товаропроизводителя.

Ключевые слова: многоуровневое моделирование, тренд, задача параметрического программирования, стохастическое программирование, управление, сельское хозяйство.

MATHEMATICAL MODELING IN SOLVING PROBLEMS OF MANAGING FOOD PRODUCTION PROCESSES

Ivanyo Ya. M.

Irkutsk State Agraricultural University named after A.A. Ezhevsky, *Molodezhny, r.s. Molodezhnoye, Irkutsk municipal district, Russia*

Several aspects of multilevel modeling are considered. Examples of multilevel construction of trends and average values of random samples are provided based on identifying local minima and maxima in long-term series of climatic and production-economic characteristics. Multilevel description of characteristics allows the use of modeling results for optimizing agricultural production using a multilevel parametric programming problem for different levels of aggregation and different operating conditions of agricultural producers.

Keywords: multilevel modeling, trend, parametric programming problem, management, agriculture.

Введение. Задача обеспечения населения необходимой и качественной пищевой продукцией остается неизменно актуальной для любого государства в любые эпохи. При этом одной из оценок эффективности деятельности государственных органов является выполнение критериев продовольственной безопасности страны и устойчивое развитие территорий [8, 11, 21]. Для этого необходимо стратегическое планирование развития

сельского хозяйства страны и регионов [14, 16] с учетом инфраструктуры и человеческого капитала [4]. Немаловажным фактором является влияние международной обстановки на планирование и его реализацию [13]. Особо важным аспектом для ускоренного развития сельского хозяйства является технологическая модернизация отрасли [18], раскрытие ресурсного потенциала [17] и внедрение цифровых технологий [1, 2, 5, 15].

Территория России богата степными, лесными и водными ресурсами, поэтому обеспечение населения продовольственной продукцией связано с оптимальным сочетанием получения сельскохозяйственной продукции, пищевых лесных ресурсов и водных биоресурсов.

В этом отношении Иркутская область является уникальной. На ее территории традиционно со времен освоения Сибири землепроходцами (середина XVII в.) осуществлялась сельскохозяйственная деятельность [19], не говоря уже о заготовке грибов, орехов и ягод, добыче мяса диких животных и рыбной ловле. Распределение этих ресурсов исторически изменялось в количественном отношении.

Понятно, что в настоящее время производство сельскохозяйственной продукции в значительной степени преобладает над продукцией, получаемой из леса и водных объектов региона. Между тем потенциал получения пищевых ресурсов леса и биоресурсов очень большой.

Целью работы является выделение направлений математического моделирования и цифровых технологий для оптимизации использования производственно-экономических, природных и экологических ресурсов при получении продовольственной продукции.

Материалы и методы. При подготовке статьи обобщены результаты многолетних исследований, проводимых преподавателями и аспирантами кафедры информатики и математического моделирования, по вопросам оптимизации разных сторон получения продовольственной продукции в условиях высокой вариации природных, экологических и производственно-климатических факторов [7, 10, 12, 20].

Оптимизация процессов получения продовольственной продукции в современных условиях развития точного земледелия, географических информационных технологий, включающих работу беспилотных авиационных систем, автоматизированных агрометеорологических площадок требует создания баз данных, баз знаний и больших объемов данных. Создание детализированной базы данных о деятельности сельскохозяйственного товаропроизводителя способствует информационному обеспечению прикладных моделей по решению задач текущей оценки состояния производства и его управлению, прогнозированию и планированию [3]. Кроме того, повышается эффективность взаимодействия товаропроизводителей со структурами управления аграрным производством на районном и региональном уровнях.

Детализация и особенности данных определяют выбор адекватных моделей для решения прикладных задач. С помощью информационных моделей решаются проблемы оперативного управления; факторные,

трендовые, авторегрессионные и смешанные модели позволяют прогнозировать урожай в текущем году и на многолетнюю перспективу. Задачи линейного, параметрического и стохастического программирования применяются для оптимизации производства сельскохозяйственной продукции, заготовки дикоросов, сочетания получения продовольственной продукции. При этом экстремальные модели учитывают деятельность сельскохозяйственных товаропроизводителей в благоприятных, неблагоприятных и усредненных условиях благодаря многоуровневому моделированию.

Кроме того, комплекс приведенных моделей описывает разные уровни агрегирования: хозяйство, группа хозяйств, муниципальный район, агроландшафтный район и регион.

Основные результаты. Для решения задач оперативного управления, прогнозирования с разной заблаговременностью характеристик получения продовольственной продукции, планирования деятельности необходима информационная база, описывающая текущую и многолетнюю работу сельскохозяйственного товаропроизводителя.

Можно выделить следующие группы характеристик: природно-климатические, экологические и производственно-экономические.

Первые из них включают в себя особенности подстилающей поверхности (рельеф, уклон, экспозиция склонов, растительность, почва и др.) и гидрометеорологические факторы (осадки, испарение, солнечная радиация, температура воздуха и почвы, паводки, половодья и др.).

Вторая группа характеристик отражает уровень загрязнения почвы и воды, деградацию земельных ресурсов. В свою очередь экологические характеристики являются результатом деятельности природных и техногенных факторов.

Третья группа включает в себя экономические характеристики: производительность труда, доход, прибыль, себестоимость продукции и др. К производственным характеристикам относятся объем продукции, урожайность сельскохозяйственных культур, затраты труда на производство того или иного вида продукции, площадь земельных ресурсов, уровень материально-технической базы и др.

Рассматриваемые характеристики включают в себя многолетние ряды и сведения текущего года.

Понятно, что природные и экологические факторы влияют на производственно-экономические характеристики.

Приведем два примера.

В табл. 1 приведены расчётные максимальные потери со знаком минус некоторых урожайностей сельскохозяйственных культур по муниципальным районам $\Delta y_{min} = y_t - \hat{y}_t'$ и их вероятности p_{min} . В расчетной формуле y_t и \hat{y}_t' характеризуют фактические значения ряда и уровни тренда локальных минимумов урожайности сельскохозяйственных культур.

Согласно полученным результатам каждый многолетний ряд урожайности сельскохозяйственных культур в разных районах имеет свои особенности. Показано два примера определения максимальных потерь, если характеристики временных рядов являются случайными (Боханский и Балаганский районы), и три примера для случая, если характеристики обладают динамико-стохастическими свойствами со значимыми многоуровневыми трендами (Куйтунский, Усольский и Зиминский районы).

Таблица 1 – Максимальные расчетные потери урожайности сельскохозяйственных культур и их вероятности по данным некоторых муниципальных районов Иркутской области за 1996-2024 гг.

Муниципальный район	Сельскохозяйственная культура	Потери Δy_{min} , ц/га	Вероятность, p_{min}	Год	Модель
Куйтунский	Пшеница	-2,8	0,0230	2002	Степенной тренд
Усольский	Овес	-7,3	0,0139	2024	Логистический тренд
Боханский	Картофель	-45,4	0,0104	2008	Распределение Пирсона III
Балаганский	Ячмень	-4,2	0,0520	1997	Распределение Пирсона III
Зиминский	Капуста	-44,4	0,0221	2010	Линейный тренд

В дополнение к этому следует добавить вероятности перехода значений характеристик ряда в неблагоприятные события p_k . В конкретных случаях эти вероятности колеблются в пределах от 0,180 до 0,343. Наиболее устойчивым является производство пшеницы в Куйтунском районе, а неустойчивым – производство ячменя в Балаганском районе.

Во втором примере, связанном с особенностями земельных ресурсов подвергаться водной эрозии, ежегодный потенциал смыва почвы, полученный на основе формулы по данным Иркутского, Усольского и Тулунского районов составляет 0,8 – 1,9 мм. На юге он выше, чем на севере.

Исходя из анализа большого числа рядов производственно-экономических, природно-климатических и экологических характеристик разных уровней агрегирования (хозяйство, муниципальный район, агроландшафтный район, регион, страна) выделены группы характеристик.

Часть из них представляет собой случайные величины. Причем эти случайные величины обладают разными свойствами. Значения ряда могут быть независимыми и обладать значимыми невысокими коэффициентами автокорреляции. В некоторых случаях имеют место высокие значимые коэффициенты автокорреляции, что позволяет строить авторегрессионные модели для решения задач прогнозирования.

К случайным величинам можно отнести многие климатические характеристики: годовые осадки, осадки за вегетационный период, максимальные суточные осадки за многолетний период и др. На рис. 1

показан график изменчивости сумм осадков за вегетационный период. Некоторые климатические характеристики обладают значимыми невысокими автокорреляционными связями. Это касается температуры воздуха в период вегетации (рис. 2), абсолютных минимальных зимних температур воздуха (рис. 3). В некоторых случаях последняя характеристика обладает высокими значимыми автокорреляционными связями, позволяя моделировать будущие ситуации.

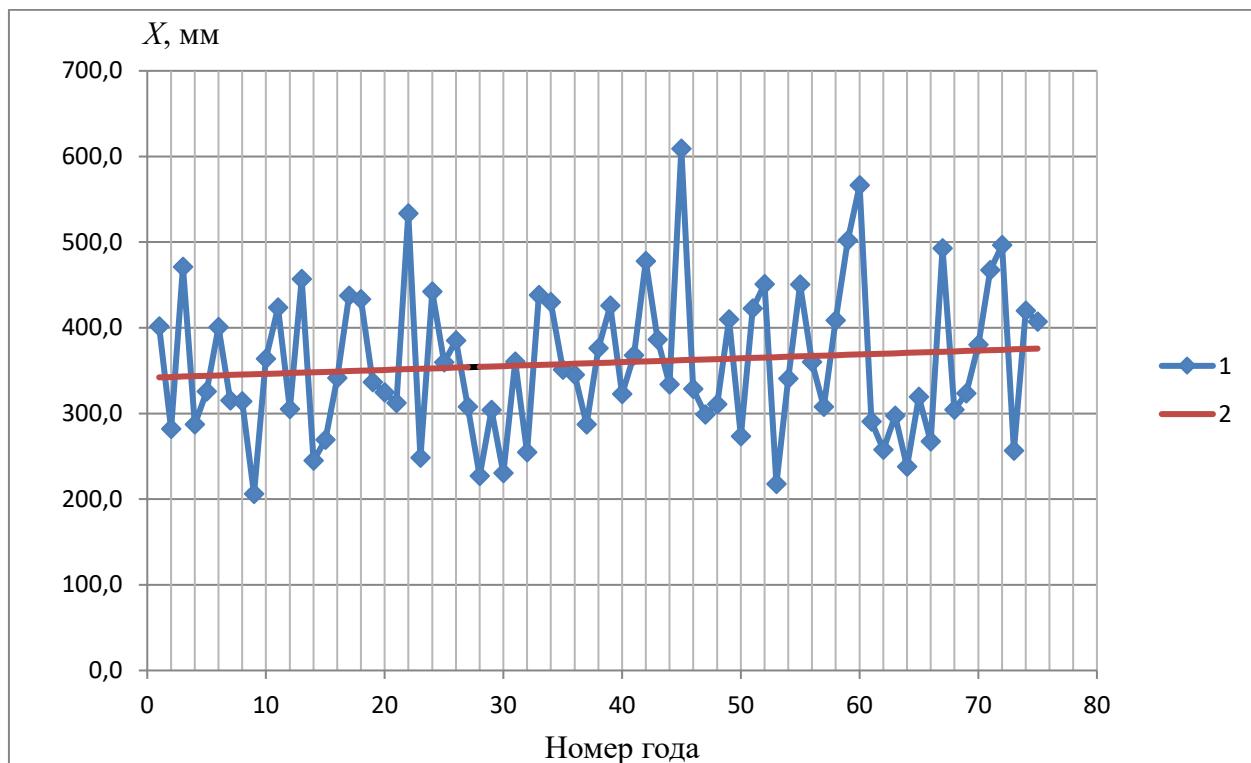


Рисунок 1 – Динамика суммы осадков за 5-9 месяцы по данным Иркутска за 1950-2024 гг. (1) и линейный тренд (2)

В приведенных примерах показаны возможные варианты изменчивости метеорологических характеристик, отражающих суммы средние и абсолютные значения. Следует иметь в виду, что характеристики временных рядов усредненных и не сглаженных уровней в общем случае отличаются статистическими свойствами.

В частности, абсолютные минимальные зимние температуры (рис. 3) характеризуются значимыми трендами для локальных минимумов и локальных максимумов, хотя тренд промежуточных значений и всего ряда не обладает таким свойством.

Природно-климатические факторы оказывают воздействие на развитие сельскохозяйственных культур в разные периоды вегетации по-разному. Исходя из этого, предложен алгоритм поиска интервалов с наибольшим воздействием метеорологических факторов на урожайность.

В работе [6] приведено сравнение результатов моделирования урожайности сельскохозяйственных культур в зависимости от температур

воздуха и сумм осадков на разных интервалах вегетационного периода. Получены результаты, которые с определенной точностью могут прогнозировать урожайность в текущем году на основе многолетних данных о метеорологических факторах в начальный период вегетации.

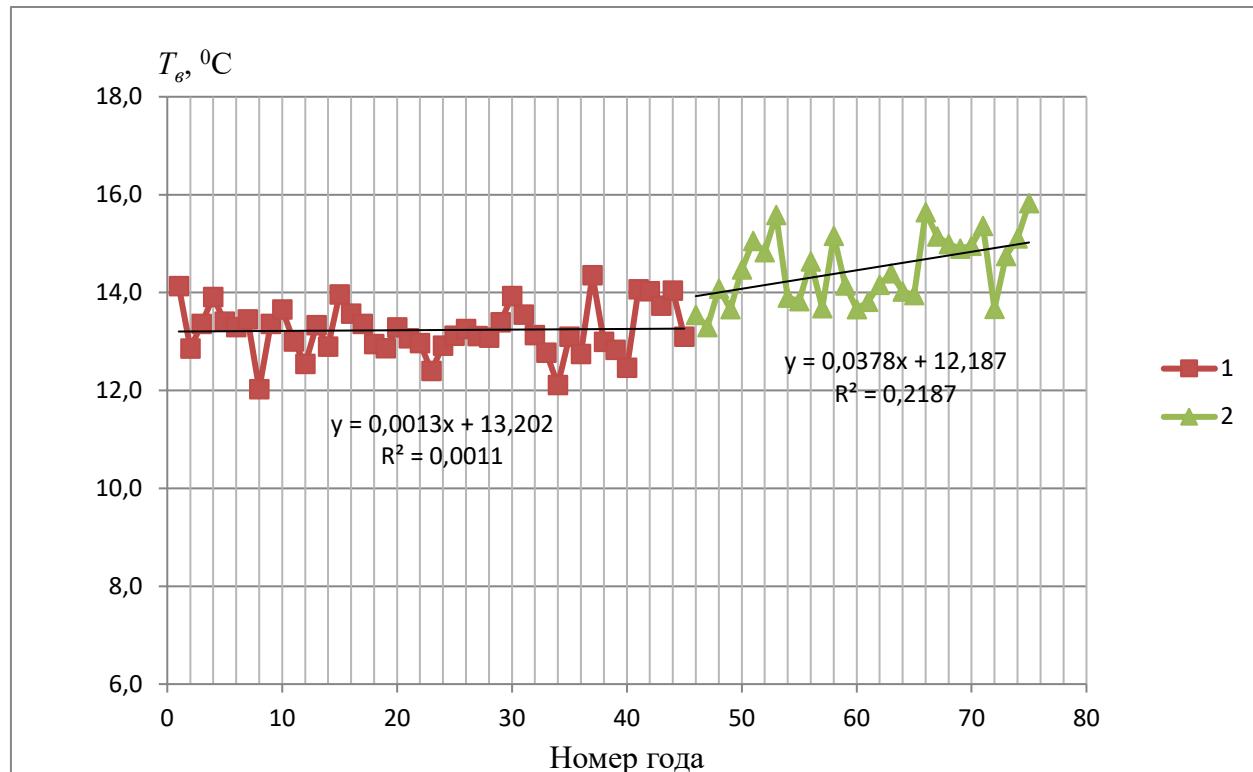


Рисунок 2 – Динамика средней температуры воздуха за 5-9 месяцы по данным Иркутска за 1950-2024 гг.

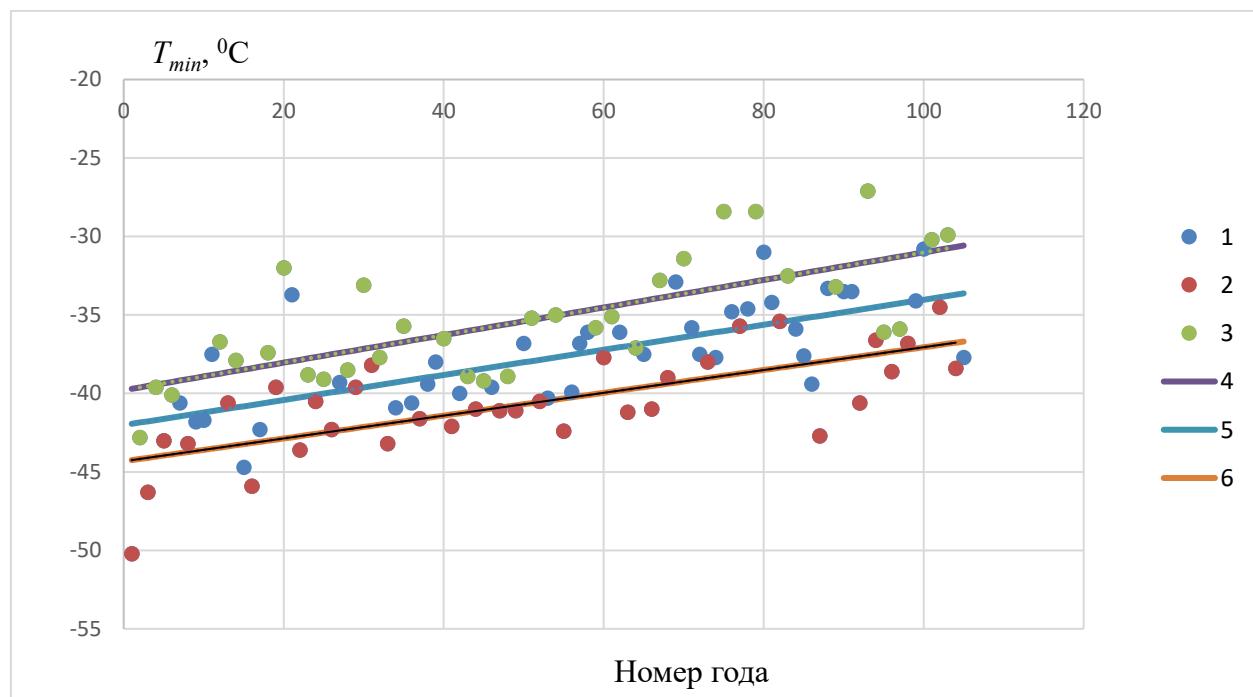


Рисунок 3 – Многоуровневые тренды минимальной зимней температуры воздуха Иркутска за 1915-2019 гг.: 1- промежуточные значения, 2- локальные минимумы, 3 –

локальные максимумы, 4 – тренд локальных максимумов, 5 – тренд всего ряда, 6 – тренд локальных минимумов

Для примера приведены результаты прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур (табл. 1) с использованием нейронных сетей и машинного обучения.

Таблица 1 – Результаты моделирования урожайности на разных интервалах вегетационного периода по данным урожайности пшеницы, в Иркутском районе, суточным температурам и осадкам в Иркутске за 1996-2024 гг. [6]

Интервалы наибольшего влияния температуры воздуха при моделировании урожайности	Средняя абсолютная погрешность, ц/га	Средняя относительная погрешность, %
Весь период вегетации	5,06	29,3
20-26 мая	5,35	30,9
18-28 мая	4,94	28,8
1-15 мая	5,15	29,9
8-20 мая	4,99	28,9
Все интервалы	5,34	31,1

При разработке программных средств с учетом особенностей производственно-экономических, природно-климатических и экологических использованы следующие алгоритмы:

- 1) определение урожайности с помощью мониторинга данных о динамике индекса вегетации на основе спутниковой информации;
- 2) построение моделей прогнозирования урожайности в зависимости от метеорологических факторов в начальный период вегетации растений и прогнозирование результативного признака на их основе;
- 3) построение моделей прогнозирования урожайности с учетом интервалов времени с наибольшим влиянием метеорологических факторов на результативный признак и их применение для прогнозов;
- 4) построение многоуровневых трендовых моделей для многолетнего прогнозирования для усредненных, благоприятных и неблагоприятных условий деятельности сельскохозяйственного товаропроизводителя на разных ступенях агрегирования.

Статистические особенности характеристик влияют на выбор задач математического программирования.

При оптимизации производства аграрной продукции, заготовки дикоросов предлагаются модели параметрического и стохастического программирования на разных ступенях агрегирования, учитывающие разные варианты условий производства: 1) усредненные; 2) благоприятные; 3) неблагоприятные; 4) экстремально неблагоприятные и 5) экстремально благоприятные.

Однопараметрическая задача с учетом многоуровневого моделирования на разных ступенях агрегирования записывается так:

$$f = \sum_{k \in K} \sum_{j \in J} c_{kj}^s(t) x_{kj} \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$\sum_{k \in K} \sum_{j \in J} d_{kj}^s(t) x_{kj} \leq b_i, \quad (i \in I), \quad (2)$$

$$x_{kj} \geq 0. \quad (3)$$

где x_{kj} - искомая переменная (площадь, га; объем производства, т и др.) для культуры j предприятия k ; $c_{kj}^s(t)$ - прибыль от использования единицы продукции сельского хозяйства в динамике t (годы) на разных уровнях s для культуры j предприятия k ; $d_{kj}^s(t)$ - использование единицы ресурса в динамике для получения продукции на разных уровнях s , J - число переменных (культур); I - число ограничений, K - число предприятий, S - количество уровней, равное трем.

Экстремальная задача (1)-(3) справедлива, если выполняется неравенство $p_{kij}^{\min} \geq p_{0kij}^{\min}$ и $p_{kij}^{\max} \geq p_{0kij}^{\max}$. Другими словами, вероятности низких событий p_{kij}^{\min} должны быть не ниже критических уровней перехода значения в низкое событие p_{0kij}^{\min} , как и вероятности высоких событий p_{kij}^{\max} - не ниже критических уровней перехода значения в высокое событие p_{0kij}^{\max} .

В противном случае задача (1) –(3) примет вид:

$$f = \sum_{k \in K} \sum_{j \in J} c_{kj}^{sp} x_{kj} \rightarrow \max, \quad (4)$$

$$\sum_{k \in K} \sum_{j \in J} d_{kj}^{sp} x_j \leq b_i, \quad (i \in I), \quad (5)$$

где p – вероятность, соответствующая c_{kj}^{sp} и d_{kj}^{sp} . Неравенство (3) остается неизменным.

Оптимальным решением задачи (3) – (5) является вероятностное распределения целевых функций для верхних и нижних событий с соответствующими планами. При этом вероятности каждого оптимального решения на отрезках $p_{ij}^{\min} \leq p_{(k)ij}^{\min}$ и $p_{ij}^{\max} \leq p_{(k)ij}^{\max}$ соответствуют средним значениям коэффициентов левых частей неравенств и целевой функции.

Для вероятностных характеристик с учетом иерархической структуры ряда предлагается линейная задача в виде (3) – (5) с выполнением условия $p_{kij}^{\min} \geq p_{0kij}^{\min}$ и $p_{kij}^{\max} \geq p_{0kij}^{\max}$. Задача решается для трех уровней, соответствующих средним уровням рядов и их локальным минимумам и максимумам (\bar{y} , \bar{y}^{\min} , \bar{y}^{\max}), полученным из средних значений \bar{y}_{kij} , \bar{y}_{kij}^{\min} и \bar{y}_{kij}^{\max} . Каждое оптимальное решение соответствует средним вероятностям \bar{p}_c , \bar{p}_0^{\min} и \bar{p}_0^{\max} .

Модель (3) – (5) применима для оптимизации производства сельскохозяйственной продукции при проявлении благоприятных и неблагоприятных событий. В этом случае $p_{kij}^{\min} \leq p_{0kij}^{\min}$ и $p_{kij}^{\max} \leq p_{0kij}^{\max}$. Оптимальные решения можно получить как вероятностные распределения целевых функций с соответствующими планами для благоприятных и

неблагоприятных событий. При этом вероятности целевых функций определяются в виде средних значений для каждой характеристики модели.

В табл. 2 для примера приведены результаты моделирования производства сельскохозяйственной продукции на базе модели (1)-(3) в Северо-западном таежно-подтаежном агроландшафтном районе, включающем в себя три муниципальных района: Чунский, Тайшетский и Нижнеудинский [9].

Таблица 2 – Оптимальные решения получения растениеводческой продукции для Северо-западного таежно-подтаежного агроландшафтного района по данным 1996-2024 гг. [9]

Год	Пшеница	Ячмень	Овес	Картофель	Капуста	Свекла	Целевая функция, тыс. руб.
	x_1 , т	x_2 , т	x_3 , т	x_4 , т	x_5 , т	x_6 , т	
Усредненные условия производства продукции							
2025	44511,3	7140,2	10983,9	33430,8	2110,4	443,7	1695638,39
2026	45215,2	7282,5	11162,5	33430,8	2147,1	446,6	1711848,86
2027	45919,1	7424,9	11341,1	33430,8	2183,9	449,3	1728057,87
Неблагоприятные условия производства продукции							
2025	38490,7	6517,5	9451,8	30855,5	2090,3	418,2	1477141,68
2026	39196,7	6680,3	9606,3	30855,5	2131,8	421,9	1536319,72
2027	39902,8	6843,2	9760,7	30855,5	2173,4	425,4	1552669,86

Предложены два решения для усредненных и неблагоприятных условий. Характеристики модели в этом случае связаны с трендами и средними значениями временных рядов, а также трендами и средними значениями локальных минимумов.

Для событий строится модель стохастического программирования с предварительной оценкой вероятностей событий с помощью закона распределения Пирсона III типа. Результаты статистической оценки событий приведены в таблице 3. В первой строке показана вероятность наибольших потерь урожайности культур, отображеных во второй строке.

После строки наибольших потерь следует строка, характеризующая их годы. В следующей строке приведены расчётные вероятности перехода уровня в событие. Чаще события повторяются для урожайности капусты. Их оказалось 10. В этом отношении наиболее устойчивой оказалась урожайность пшеницы.

При решении задачи с редкими событиями, которые представляют собой наименьшие и наибольшие события характеристик модели необходимо определить степень их проявления с оценкой вероятности, поскольку производственно-экономические, природно-климатические и экологические проявляют себя в общем случае асинхронно. По этой причине климатическому событию будут соответствовать другие события с более высокой вероятностью.

Следует подчеркнуть, что в условиях детализации и повышения оперативности данных задачи (1)-(3) и (3)-(5) необходимо применять для неоднородных по плодородию сельскохозяйственных угодий. При этом

помимо прибыли необходимо учитывать ущербы от влияния техногенных и природных экологических факторов.

Таблица 3 – Вероятностные потери урожайности культур для Северо-западного таежно-подтаежного агроландшафтного района по данным 1996-2024 гг. [9]

Показатели	Пшеница	Ячмень	Овес	Картофель	Капуста	Свекла
Вероятность	0,0110	0,03230	0,01118	0,0197	0,0120	0,001
Наибольшие потери (ц/га)	-4,9	-1,6	-2,5	-33,6	-33,9	-37,9
Год	2024	2011	2024	2000	2009	2005
Вероятность перехода значения в событие	0,141	0,124	0,186	0,157	0,284	0,215
Число событий	2	4	3	5	10	4
Урожайность, ц/га	10,6	10,7	11,63	96,01	186,15	139,36

Предлагаемые модели имеют ограничения в использовании. Во-первых, характеристики должны обладать объемом ряда не ниже 20-25 значений. Во-вторых, необходимо, чтобы временные ряды были непрерывными. В-третьих, ряды должны обладать стационарностью. В-четвертых, при использовании функций с насыщением требуются дополнительные исследования по оценке уровня насыщения.

При недостаточной информации о характеристиках предлагается оптимизировать получение продукции с помощью моделей с интервальными оценками характеристик. Подобные модели использованы для планирования заготовки дикоросов. Они могут применяться для новых предприятий.

Заключения. Предлагается комплекс моделей прогнозирования и планирования производства сельскохозяйственной продукции и заготовки дикоросов, а также их сочетания.

На основе моделей и алгоритмов их решения разработаны программные комплексы для повышения качества решения управленческих задач.

Работа продолжается в направлении развития математического, алгоритмического и информационного обеспечения процессов ведения сельского хозяйства с учетом интеграции мониторинга данных, детализации оценки производственно-экономических, природно-климатических и экологических характеристик на основе использования больших объемов данных, искусственного интеллекта и дистанционного зондирования Земли.

Благодарность. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда, проект № 24-21-00502, <https://rscf.ru/project/24-21-00502/>

Список литературы

1. Анохина М.Е. Параметрическое управление развитием сельского хозяйства на основе когнитивного моделирования / М.Е. Анохина //Проблемы управления. 2023. № 3. С. 20-39.
2. Аспекты перехода к цифровой экономике в сельском хозяйстве и в сельских территориях / Ш.М. Газетдинов, М.Х. Газетдинов, О.С. Семичева, А.М. Абдулхаков //Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2025. Т. 20. № 1 (77). С. 93-99.

3. Бендик Н.В. Концептуальная модель хранилища данных для эффективного ведения сельского хозяйства в регионе / Н.В. Бендик, Я.М. Иваньо //В сборнике: Климат, экология, сельское хозяйство Евразии. Материалы VII международной научно-практической конференции. 2018. С. 159-166.
4. Ермоленко О.Д. Инфраструктурный аспект планирования воспроизводства человеческого капитала сельского хозяйства / О.Д. Ермоленко //Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2023. № 5 (99). С. 196-205.
5. Загазежева О.З. Моделирование интеллектуального агента для решения экономических задач в сельском хозяйстве / О.З. Загазежева, И.А. Мамбетов //Информационное общество. 2025. № 3. - С. 168-177.
6. Иваньо Я.М. Алгоритм определения оптимального интервала влияния факторов в моделировании урожайности Вестник / Я.М. Иваньо, Е.С. Климов //Воронежского государственного технического университета. Т. 21. № 3. 2025. С. 29-34.
7. Иваньо Я.М. Моделирование многоуровневой динамики урожайности сельскохозяйственных культур / Я.М. Иваньо, С.А. Петрова //Вестник КрасГАУ. 2024. № 12 (213). С. 66-77.
8. Мирошниченко Т.А Инклузивный подход как базис планирования и прогнозирования развития сельских территорий /Мирошниченко Т.А., Зубарева О.А./Фундаментальные исследования. 2022. № 8. С. 89-94.
9. Николаев М.Е. Многоуровневое планирование производства растениеводческой продукции в условиях неопределенности /М. Е. Николаев, Я. М. Иваньо //В сборнике: Научные исследования и разработки к внедрению в АПК. Материалы национальной научно-практической конференции молодых ученых с международным участием, посвященной 80 - летию Победы в Великой Отечественной войне. Молодежный, 2025. - С. 262-268.
10. Оптимизация производства сельскохозяйственной продукции при сочетании орошаемых и неорошаемых земель / Я.М. Иваньо, Е.А. Ковалева, Ю.М. Краковский, С.А. Петрова //Достижения науки и техники АПК. 2024. Т. 38. № 5. С. 48-54.
11. Огнивцев С.Б. Устойчивое развитие сельского хозяйства: методология, моделирование и риски /Огнивцев С.Б. //Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. Т. 8. № 3 (156). С. 166-173
12. Параметрическая оптимизация получения продовольственной продукции с учетом особенностей характеристик временных рядов / М.Н. Барсукова, Я.М. Иваньо, В.В. Цыренжапова, И.А. Ковадло //Лесной вестник. Forestry Bulletin. 2025. Т. 29. № 3. С. 181-193.
13. Пучкова О.С. Анализ результатов математического моделирования влияния санкций на сельское хозяйство южного федерального округа РФ /Пучкова О.С., Бабкина А.В./Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2024. № 3. С. 154-165.
14. Романюк М.А. Стратегическое планирование развития сельского хозяйства России / М.А. Романюк //Экономика сельского хозяйства России. 2021. № 9. С. 12-16.
15. Садыртдинов Р.Р. Развитие цифровизации в сельских территориях в постковидный период и его влияние на экономику сельского хозяйства // Р.Р. Садыртдинов, М.М Низамутдинов //Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2024. Т. 19. № 1 (73). С. 124-131.
16. Самыгин Д.Ю. Принципы стратегического планирования сельского хозяйства с учетом задач и вызовов продовольственной безопасности / Д.Ю. Самыгин //Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2021. № 1 (37). С. 42-53.
17. Спешилова Н.В. Статистический анализ и моделирование факторов развития ресурсного потенциала сельского хозяйства в регионе / Н.В. Спешилова, Е.А, Спешилов, В.С. Быков //Вестник евразийской науки. 2023. Т. 15. № 2.

18. Шалимов В.О. Технологическая модернизация сельского хозяйства и её влияние на развитие сельских территорий в России /В.О. Шалимов, Д.А. Ползиков //Никоновские чтения. 2023. № 28. С. 188-192.
19. Шерстобоев В.Н. Илимская пашня. Пашня Илимского воеводства XVII и начала XVIII века /В.Н. Шерстобоев. - Т. 1. - Иркутск, 1949. – 596 с.
20. Ivanyo Ya.M. Management of the agro-industrial enterprise: optimization uncertainty expert assessments /Ivano Ya.M., Asalkhanov P.G., Bendik N.V. //В сборнике: 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2019. 2019. С. 8934788.
21. On the problem of the development of 'sustainable' agriculture in modern economic realities /Amirova E.F., Gavrilyeva N.K., Romanishina T.S., Asfandiarova R.A.//Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2022. Т. 14. № 3. С. 392-406.

УДК 378.663.096 (571.53)

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И НАУЧНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ
КАФЕДРЫ ИНФОРМАТИКИ И МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Полковская М.Н.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

Работа посвящена анализу образовательных и научных аспектов развития кафедры информатики и математического моделирования Иркутского ГАУ. В статье представлена история кафедры, включающая весомый вклад в подготовку кадров не только для экономических, но и для других специальностей аграрного вуза. Подчеркнута роль ведущих преподавателей и ученых в становлении кафедры, а также такой важный этап, как открытие специальности «Прикладная информатика (в экономике)». Анализируется современное положение дел, преемственность традиций и формирование собственной научной школы. Детально представлены концепции научно-производственного партнерства, посвященные цифровой трансформации АПК и моделированию сложных систем. Наконец, определены перспективные векторы роста кафедры, согласованные со стратегией развития университета и агропромышленного комплекса страны.

Ключевые слова: кафедра информатики и математического моделирования, Иркутский ГАУ, образование, научная деятельность.

**EDUCATIONAL AND SCIENTIFIC ASPECTS OF THE DEVELOPMENT OF THE
DEPARTMENT OF INFORMATICS AND MATHEMATICAL MODELING**

Polkovskaya M.N.

Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky, Molodezhny, Irkutsk district,
Irkutsk region, Russia

This paper analyzes the educational and scientific aspects of the development of the Department of Informatics and Mathematical Modeling at Irkutsk State Agrarian University. The article presents the history of the department, including its significant contribution to training personnel not only for economics but also for other specialties at the agricultural university. The role

of leading faculty and researchers in the department's development is highlighted, as well as the important milestone of establishing the specialty «Applied Informatics (in Economics)». The current state of affairs, the continuity of traditions, and the formation of a unique scientific school are analyzed. Concepts for scientific and industrial partnerships dedicated to the digital transformation of the agro-industrial complex and the modeling of complex systems are presented in detail. Finally, promising growth vectors for the department were identified, aligned with the university's development strategy and the country's agro-industrial complex.

Keywords: Department of Computer Science and Mathematical Modeling, Irkutsk State Agrarian University, education, research.

Введение. Кафедра информатики и математического моделирования Иркутского ГАУ играет ключевую роль в университете, готовя специалистов для сферы ИТ и выступая драйвером цифровой трансформации вуза. Ее уникальный статус обусловлен глобальным трендом на цифровизацию, в том числе в аграрном секторе, что вызывает потребность в повышении ИТ-компетенций у всех студентов университета и использовании компьютерного моделирования для научных исследований.

Цель исследования – проанализировать образовательные и научные аспекты развития кафедры, оценить ее вклад в учебный процесс и научную деятельность, а также определить перспективы будущего роста [5-8].

Материалы и методы. В основу работы легли систематизация данных о деятельности кафедры в различные периоды [1-4, 9] и оценка ее дальнейшего развития.

Основные результаты. Формирование кафедры неразрывно связано с созданием в 1965 году экономического факультета (в настоящее время – институт экономики, управления и прикладной информатики). На его базе 1 сентября 1969 года была учреждена кафедра вычислительной техники и математического моделирования. Как показано на рис. 1, на протяжении своей истории название кафедры неоднократно изменялось, отражая эволюцию её научно-педагогической направленности.

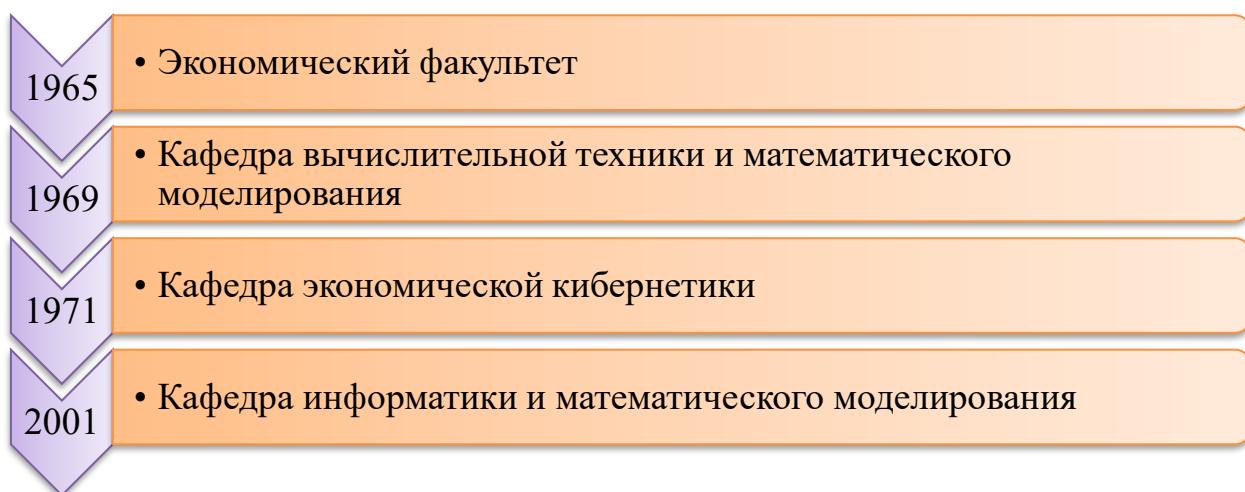


Рисунок 1 – **Основание и трансформация названия кафедры**

В 1971 году она была переименована в кафедру экономической кибернетики. Последующая трансформация произошла в 2001 году, когда за кафедрой было закреплено её современное название – «Информатика и математическое моделирование», в полной мере соответствующее профилю преподаваемых академических дисциплин.

Важно подчеркнуть, что, несмотря на реорганизации и смену названий, на всех этапах своего развития кафедра последовательно реализовывала следующие ключевые функции:

- образовательную, осуществляя подготовку специалистов;
- научно-исследовательскую, концентрируясь на проблемах математического моделирования различных аспектов агропромышленного комплекса и внедрении информационных технологий в смежные области человеческой деятельности.

Современная научно-педагогическая деятельность кафедры базируется на фундаменте, заложенном её основателями. Особый вклад в формирование научных традиций внесли доцент Анатолий Кириллович Кривошеин, профессоры Владислав Романович Елохин и Валериан Павлович Булатов. Именно ими были заложены основы научной школы в области математического моделирования и его приложений в сельском хозяйстве, которую в настоящее время возглавляет профессор Ярослав Михайлович Иваньо.

Знаковым событием в развитии кафедры стал 2001 год, когда под руководством Я.М. Иваньо была открыта новая образовательная программа – «Прикладная информатика (в экономике)», ориентированная на подготовку информатиков-экономистов (рис. 2). Этому способствовало создание в середине 1990-х годов учебно-научного центра на базе Иркутской государственной сельскохозяйственной академии (ныне Иркутский ГАУ) и Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН.

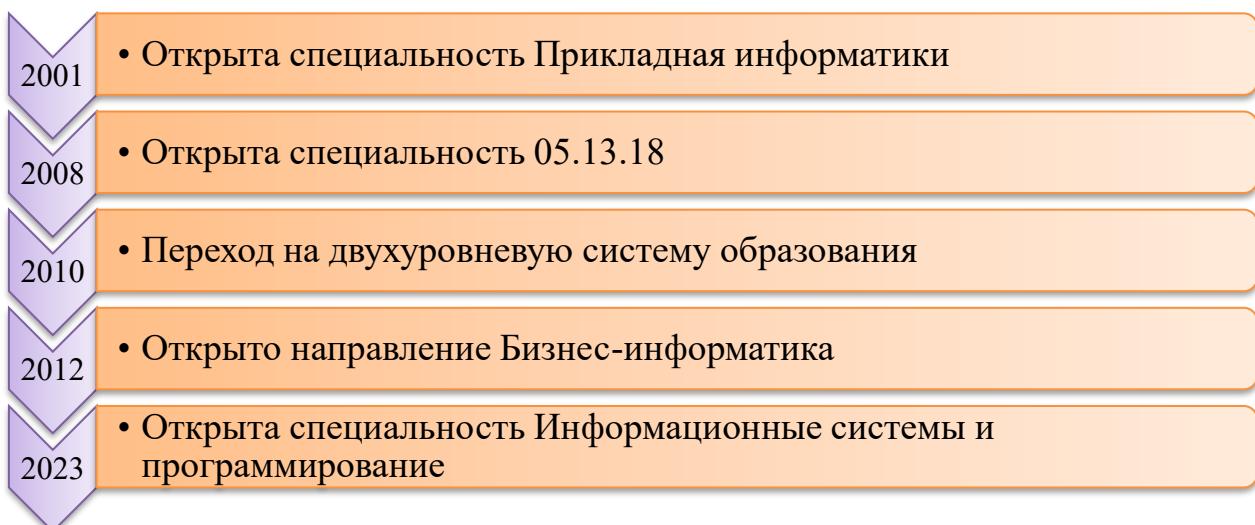


Рисунок 2 – Наиболее значимые события в истории развития кафедры

Дальнейшее развитие научных исследований произошло в 2008 году с созданием при кафедре лаборатории информационных технологий и систем. В этот же период открыта аспирантура по научной специальности 05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Переход на двухуровневую систему высшего образования в 2010 году закрепил за кафедрой статус ведущего подразделения университета по подготовке бакалавров и магистров по направлению «Прикладная информатика», что подтверждает её лидирующую роль в реализации образовательных программ в данной предметной области.

В 2012 году кафедра расширила перечень образовательных программ, инициировав подготовку бакалавров по направлению «Бизнес-информатика» (профиль «Электронный бизнес»). Параллельно получено формальное признание научной школы профессора Я.М. Иваньо, которому Российской Академией Естествознания присвоено звание основателя научной школы в области экономико-математического моделирования аграрного производства.

Создание в 2014 году «Регионального центра прогнозирования развития АПК» позволило сконцентрировать усилия на решении прикладных задач прогнозирования для нужд агропромышленного комплекса.

К указанному периоду окончательно сформировалась трехуровневая система высшего образования (бакалавриат – магистратура – аспирантура). Её дальнейшее развитие связано с интеграцией уровня среднего профессионального образования, что подтверждается запуском в 2023 году в колледже при университете набора по программе «Информационные системы и программирование», обеспечивающим преемственность в подготовке IT-специалистов.

В настоящий момент времени кафедра информатики и математического моделирования Иркутского ГАУ является одной из ведущих в университете и по многим показателям входит в число лучших аналогичных кафедр аграрных вузов страны.

В образовании приоритетом кафедры является подготовка высококвалифицированных специалистов на разных уровнях:

- 09.03.03 Прикладная информатика (бакалавриат),
- 09.04.03 Прикладная информатика (магистратура),
- 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (аспирантура).

Одним из ключевых аспектов образовательной экосистемы университета является тесная интеграция с Колледжем автомобильного транспорта и агротехнологий, входящим в его структуру. Данное сотрудничество реализуется, в частности, в рамках координации подготовки студентов среднего профессионального образования по специальности 09.02.07 «Информационные системы и программирование», что обеспечивает преемственность образовательных траекторий.

Актуальные количественные данные, характеризующие академический контингент на 1 сентября 2025 года, свидетельствуют о следующем распределении обучающихся по уровням и формам подготовки. Бакалавриат (направление «Прикладная информатика»): очная форма обучения – 209 человек; заочная форма обучения: 49 человек. Магистратура (направление «Прикладная информатика»): очная форма обучения – 8 человек; заочная форма обучения 32 человека; очно-заочная форма обучения: 37 человек.

За 2012-2024 гг. преподавателями кафедры издано более 260 учебных пособий и методических указаний по различным дисциплинам кафедры. В том числе за 2024 год издано 10 учебных пособий по следующим дисциплинам: Геоинформационные системы, Информационные технологии в науке и образовании, Информационные технологии в сельском хозяйстве, Конфигурирование в 1С: Университет ПРОФ (часть 2), Математическое моделирование и анализ данных в агрохимии и агроэкологии, Методы и средства защиты информации, Моделирование устойчивого развития территорий, Подготовка и защита в выпускной квалификационной работы, Технологии искусственного интеллекта, Экспертные системы.

Значительная часть выпускных квалификационных работ (ВКР) бакалавров и магистров имеет ярко выраженную прикладную направленность. Тематический спектр исследований охватывает разработку мобильных приложений, применение технологий интернета вещей для задач автоматизации орошения и создания «умных теплиц», проектирование интеллектуальных образовательных пространств («умных аудиторий»), а также использование ГИС-технологий для мониторинга лесных ресурсов и прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур. Высокая практическая значимость выполненных разработок подтверждается тем, что подавляющее большинство ВКР рекомендуются Государственной аттестационной комиссией к внедрению в реальный сектор экономики и образовательный процесс.

Важным элементом системы подготовки кадров является деятельность студенческого научного кружка, функционирующего на базе кафедры. Научно-исследовательская работа в кружке сфокусирована на углубленном изучении современных технологий, включая программирование, 3D-моделирование и аддитивные технологии, а также основы робототехники. Руководство работой кружка осуществляют кандидаты технических наук, доценты П.Г. Асалханов и С.А. Петрова. Систематическая работа в данном формате способствует раскрытию научно-технического потенциала студентов и формированию у них компетенций, необходимых для успешной учебной и исследовательской деятельности.

Отдельным стратегическим направлением развития материально-технической базы кафедры является создание и модернизация «умных аудиторий». Данная инициатива нацелена на повышение качества образовательного процесса за счет его интерактивизации и создания высокотехнологичной обучающей среды. Ключевыми элементами такой среды выступают интерактивные панели, системы централизованного

управления контентом, мультимедийные проекторы, а также специализированное оборудование для визуализации и аналитической обработки данных.

Студенты принимают участие в различных профильных олимпиадах, хакатонах и конкурсах регионального, всероссийского и международного уровней и завоевывают призовые места. В том числе ежегодно участвуют во Всероссийском конкурсе на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых высших учебных заведений Министерства сельского хозяйства России.

- Всероссийский конкурс на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых высших учебных заведений Министерства сельского хозяйства России в номинации «Экономика»;
- Всероссийский ИТ-хакатон «Цифровая трансформация АПК»;
- Международная олимпиада по программированию учетно-аналитических задач на платформе «1С: Предприятие 8»;
- Гранты «Студенческий стартап» и «Росмолодежь»;
- Хакатон «Tender Hack» и др.

В 2020 г. создана Региональная инновационная площадка подготовки кадров высшего образования (бакалавриат, магистратура, аспирантура) для цифровой трансформации сельского хозяйства Иркутской области.

Повторная регистрация инновационной площадки осуществлена в 2025 году. Целью инновационной площадки является подготовка высококвалифицированных кадров для цифровой трансформации сельского хозяйства Иркутской области с внедрением новых специальностей СПО 09.02.12 Техническая эксплуатация и сопровождение информационных систем, базового высшего образования 33.03 «Прикладная информатика», специализированного высшего образования – магистратура по направлению подготовки 33.05 «Информатика, вычислительная техника и искусственный интеллект», научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, обеспечивающих формирование кадрового и научного потенциала в соответствии с основными направлениями социально-экономического развития Российской Федерации.

Научная работа на кафедре ведется по теме «Математические и цифровые технологии оптимизации получения продовольственной продукции»

К основным направлениям научных исследований кафедры на 2021-2025 гг. относятся:

- 1) моделирование процессов получения продовольственной продукции с использованием больших объемов данных;
- 2) технологии получения информации, математическое и алгоритмическое обеспечение процессов управления аграрным производством;
- 3) модели и алгоритмы оптимизации трудозатрат в аграрном производстве;

4) эколого-математические модели оптимизации производства продовольственной продукции с неопределенными параметрами;

5) программное и информационное обеспечение многоэтапной оптимизации производства аграрной продукции в условиях неопределенности;

6) математические модели и информационные технологии для управления аграрным производством при рисках;

7) модели роста с насыщением в решении задач параметрического программирования для планирования аграрного производства;

8) моделирование аграрного производства с использованием ГИС.

Кафедра активно участвует в международных конференциях, конкурсах и научных проектах, что позволяет ее сотрудникам обмениваться опытом и знаниями с коллегами из разных стран.

В рамках этой работы, преподаватели и студенты активно сотрудничают с другими вузами, научными центрами России и передовыми хозяйствами.

Кафедра информатики и математического моделирования за последние 10 лет участвовала в разработке следующих тем НИОКР и выполнении государственных контрактов.

1. Конкурс на лучшие проекты фундаментальных научных исследований, заявленная тематика: «Исследования методов оценки параметров математических моделей с помощью аксиоматического подхода и вычислительных экспериментов» совместно с учеными ИСЭМ СО РАН. Номер проекта РФФИ 19-07-00322 (2018-2021 гг.).

2. Научно-исследовательская работа по заказу Министерства сельского хозяйства Российской Федерации на тему «Разработка модели кластера заготовки, переработки и реализации пищевой дикорастущей продукции в регионе» (2018 г.).

3. Научно-исследовательская работа по заказу министерства сельского хозяйства Иркутской области на тему «Зонирование потенциальных запасов дикорастущих ресурсов иркутской области по приоритетам заготовки» (2018 г.).

4. Выполнение научно-исследовательской работы по заказу министерства сельского хозяйства Иркутской области на тему: «Создание системы ведения сельского хозяйства Иркутской области». Государственный контракт № Ф.2018.206362 от 22.05.2018 г. (2018 г.).

5. Проведение обучающих семинаров по обучению компьютерной грамотности и навыкам работы в сети «Интернет» неработающих пенсионеров, проживающих на территории Иркутской области в рамках контракта с министерством социального развития, опеки и попечительства Иркутской области № 05-53-567/18-06 от «10» мая 2018 г. (2018 г.).

6. Проведение курсов «Бабушка-онлайн» в рамках муниципального контракта с администрацией г. Иркутска № Ф.2018.102693 от «26» марта 2018 г. по проведению курсов разной направленности в рамках реализации проекта «Старость в радость» для лиц старшего возраста (2018 г.).

7. Проект по заказу министерства сельского хозяйства Иркутской области на тему «Разработка концепции цифровизации сельского хозяйства Иркутской области». Государственный контракт № Ф.2019.003016 от 21 октября 2019 г. (2019 г.).

8. Грант Иркутского ГАУ на научно-исследовательскую работу по теме «Создание «Умной аудитории» для проведения учебных занятий в аграрном вузе (2021г.).

9. Проект внедрения системы «1С:Университет ПРОФ» в Иркутский ГАУ (2021-2024гг).

10. Грант Иркутского ГАУ на научно-исследовательскую работу по теме «Создание базы знаний для планирования производства аграрной продукции на основе онтологической модели данных» (2023г.).

11. Грант РНФ по теме «Алгоритм многоуровневого моделирования характеристик и его приложение в управлении аграрным производством» в рамках конкурса 2023 года «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований малыми отдельными научными группами» на 2024 - 2025 гг.

В 2008 г. в аспирантуре университета открыта специальность 05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (направление 09.06.01 Информатика и вычислительная техника). В настоящее время научными руководителями по данной специальности являются д.т.н., профессор Иваньо Я.М., д.т.н., профессор Краковский Ю.М. и к.т.н., доцент Полковская М.Н. На кафедре обучаются 4 аспиранта

За последние годы под руководством д.т.н., профессора Иваньо Я.М. защищено 10 кандидатских диссертаций. Под руководством д.т.н., профессора Булатова В.П. защищена кандидатская диссертация Федуриной Н.И. «Математическое моделирование и численные методы решения выпуклых оптимизационных задач сельскохозяйственного производства» (2006 г.).

Под руководством д.т.н., профессора Краковского Ю.М. защищена кандидатская диссертация в Хоанг Нгок Ань «Математическое и алгоритмическое обеспечение вычисления показателей эффективности обслуживания и ремонта сложного оборудования» (2022 г.).

17 ноября 2021 г. проведен научно-методический семинар «Прикладные аспекты математических и информационных технологий в образовании и науке», посвященный 20-летию открытия специальности «Прикладная информатика» в институте экономики, управления и прикладной информатики.

30 ноября 2022 г сотрудниками кафедры организован научно-практический семинар «Цифровые технологии в науке, образовании и производстве», где также приняли участие коллеги с других регионов страны.

С 26.09.2023 по 29.09.2023 прошёл в рамках функционирования Региональной инновационной площадки подготовки кадров высшего образования (бакалавриат, магистратура, аспирантура) для цифровой

трансформации сельского хозяйства Иркутской области Национальный форум с международным участием «Цифровые технологии в образовании, науке и сельском хозяйстве».

26-27 сентября 2024 г. проведена всероссийская научно-практическая конференция для преподавателей и научных сотрудников «Цифровые технологии и математическое моделирование в науке, образовании и производстве», посвященная 90-летию Иркутского ГАУ и 55-летию кафедры информатики и математического моделирования.

Научно-методический семинар «Прикладные аспекты математических и информационных технологий в образовании и науке», посвященный 20-летию открытия специальности «Прикладная информатика» (2021 г.)

Научно-практический семинар «Цифровые технологии в науке, образовании и производстве» (2022 г.).

Национальный форум с международным участием «Цифровые технологии в образовании, науке и сельском хозяйстве» (2023 г.).

Всероссийская научно-практическая конференция для преподавателей и научных сотрудников «Цифровые технологии и математическое моделирование в науке, образовании и производстве», посвященная 90-летию Иркутского ГАУ и 55-летию кафедры информатики и математического моделирования (2024 г.)

Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Цифровые технологии и математическое моделирование в науке, образовании и производстве», посвященная юбилею Я.М. Иваньо (2025 г.)

Сотрудники, аспиранты и студенты кафедры осуществляют разработку программных комплексов, предназначенных для управления аграрным производством, некоторые из них используют искусственный интеллект.

Моделирование урожайности сельскохозяйственных культур осуществляется с помощью машинного обучения и нейронных сетей с привлечением метеорологических данных. Два варианта решения: 1) учет факторов в начале вегетации на непрерывном интервале; 2) использование интервалов с наибольшим влиянием метеорологических факторов в начале вегетации.

При создании программы использована нейронная сеть Yolo, позволяющая извлекать признаки животных, агрегировать их на разных уровнях и получать выходные параметры.

В качестве направлений для дальнейшего развития кафедры можно выделить использование искусственного интеллекта при создании систем поддержки принятия решений и беспилотные авиационные системы.

В настоящее время идет работа над проектом, реализуемым совместно с Иркутским филиалом МГТУ ГА, направленный на применение БАС для мониторинга посевов; оценки сельскохозяйственных угодий; мониторинга пищевых дикорастущих ресурсов и промысловых видов диких животных; лесотоксации и выявления проблемных участков; программирования и прогнозирования урожая; учёта сельскохозяйственных животных.

Заключение. Проведенное исследование позволяет сделать вывод, что кафедра информатики и математического моделирования Иркутского ГАУ прошла значительный путь эволюционного развития – от профильной кафедры в структуре экономического факультета до ведущего подразделения университета, определяющего направления цифровой трансформации аграрного образования и науки.

Согласно проведенному анализу можно сказать, что кафедра системно решает триединую задачу: подготовку высококвалифицированных ИТ-специалистов для АПК, научное обеспечение процессов цифровизации сельского хозяйства и формирование современной образовательной экосистемы. Достигнута полная преемственность образовательных траекторий – от среднего профессионального до высшего образования (бакалавриат, магистратура, аспирантура), что подтверждается контингентом обучающихся и практико-ориентированной направленностью образовательных программ.

Научный потенциал кафедры характеризуется: сформировавшейся научной школой под руководством профессора Я.М. Иваньо; активной исследовательской деятельностью по приоритетным направлениям математического моделирования и цифровых технологий в АПК; успешной реализацией проектов в рамках грантов РФФИ, РНФ и государственных контрактов; разработкой программных комплексов с элементами искусственного интеллекта для решения задач аграрного производства.

Перспективы развития кафедры связаны с углублением исследований в области: систем поддержки принятия решений на основе искусственного интеллекта; применения беспилотных авиационных систем для мониторинга в сельском хозяйстве; развития технологий точного земледелия и цифровых двойников; расширения международного научно-образовательного сотрудничества.

Таким образом, кафедра демонстрирует устойчивую динамику развития и обладает значительным потенциалом для дальнейшего укрепления своих позиций как центра компетенций в области цифровой трансформации агропромышленного комплекса Восточной Сибири.

Благодарность. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда, проект № 24-21-00502, <https://rscf.ru/project/24-21-00502/>

Список литературы

1. Иваньо, Я. М. Деятельность кафедры информатики и математического моделирования Иркутского ГАУ: прошлое, настоящее, будущее / Я. М. Иваньо, Н. В. Бендин, Н. И. Федурина // Цифровые технологии и математическое моделирование в науке, образовании и производстве : материалы Всероссийской научно-практической конференции для преподавателей и научных сотрудников, Иркутск, 26–27 сентября 2024 года. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2024. – С. 2-9.

2. Иваньо Я.М. Разработки кафедры информатики и математического моделирования Иркутского ГАУ по применению информационных технологий в

региональной экономике / Я. М. Иваньо, Н. И. Федурина // Актуальные вопросы аграрной науки. – 2019. – № 32. – С. 35-44.

3. Иваньо Я.М. Научная и образовательная деятельность В.П. Булатова в Иркутской государственной сельскохозяйственной академии /Я.М. Иваньо //Тр. XV Байкальской международной школы-семинара «Методы оптимизации и их приложения», посвященной памяти профессора В.П. Булатова. – Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2011. – Т.1. – С. 5-11

4. Кафедра информатики и математического моделирования // Иркутский ГАУ [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://irsau.ru/structure/institutions/institute_of_economics/kafedra/inf/

5. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (28 июля 2017 г. № 1632-п). Официальная страница Правительства Российской Федерации. URL: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPg u4bvR7M0.pdf>.

6. Программа развития ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ до 2030 года [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://irsau.ru/sveden/document/>

7. Региональная инновационная площадка подготовки кадров высшего образования для цифровой трансформации сельского хозяйства иркутской области / М.Н. Барсукова, Н.В. Бендин // Актуальные вопросы аграрной науки. 2021. – № 40. – С. 44-53.

8. Федеральный государственный образовательный стандарт по направлению подготовки (специальности) 09.03.03 «Прикладная информатика» и уровню высшего образования Бакалавриат, утвержденный приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 № 922 (далее – ФГОС ВО).

9. Федурина Н.И. Подготовка кадров по прикладной информатике для решения задач развития агропромышленного комплекса региона /Я.М. Иваньо, Н.И. Федурина // В сборнике: Развитие агропромышленного комплекса в условиях становления цифровой экономики в России и за рубежом. Материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию со дня рождения Почетного работника высшего профессионального образования РФ, доктора экономических наук Винокурова Г.М. – п. Молодежный, 2021. – С. 239-246.

УДК 336.225:004

ЦИФРОВИЗАЦИЯ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАЛОГОВОГО АДМИНИСТРИРОВАНИЯ

Авдюшина М.А., Ткаченко Д.Д.

Байкальский государственный университет, Иркутск, Россия

Совершенствование информационных технологий и внедрение современных методов цифрового мониторинга служит ключевым фактором повышения эффективности налогового администрирования. Особая роль в исследовании данной темы принадлежит качественной оценке достигнутого уровня налогового администрирования и определяется состоянием налоговой системы. Эффективность налогового контроля напрямую отражается не только в наполнении доходной части государственного бюджета, но и в повышении эффективности взаимодействия налоговых органов с налогоплательщиками, в налоговом прогнозировании, как следствие способствует оперативному отслеживанию налоговых нарушений, выявлению причин и снижению риска их неплатежеспособности.

Ключевые слова: цифровые технологии, налоги, налогообложение, налоговая система, эффективность, государственные доходы, государственных расходы, налоговое администрирование.

DIGITALIZATION AS A FACTOR FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF TAX ADMINISTRATION

Avdushina M.A., Tkachenko D.D.

Baikal National University, Irkutsk, Russia

Improving information technology and implementing modern digital monitoring methods are key factors in increasing the efficiency of tax administration. A key role in researching this topic is played by a qualitative assessment of the current level of tax administration, which is determined by the state of the tax system. The effectiveness of tax control is directly reflected not only in filling the revenue side of the state budget, but also in increasing the effectiveness of interaction between tax authorities and taxpayers, in tax forecasting, as a result, it facilitates the prompt monitoring of tax violations, identifying the causes and reducing the risk of their insolvency.

Keywords: digital technologies, taxes, taxation, tax system, efficiency, government revenues, government expenditures, tax administration.

Влияние налогов на финансовые возможности развития экономических субъектов безусловно зависит от решения одной из самых актуальных государственных задач в области регулирования налоговой системы – повышение собираемости налогов и эффективности налогообложения. Особенно остро стоит вопрос о том, как собирать налоги со всех, кто должен их платить. Ужесточение экономических ограничений и правил, вызовы и угрозы, степень напряжения и возрастание требований к успешной реализации бизнес-процессов, качественный уровень их соответствия требованиям законодательства, цифровой масштаб оформления выступают основными драйверами экономической безопасности. Ясность, простота и доступность налогообложения для тех, кто платит налоги, и для тех должен их платить рассматриваются как залог не только текущей, но и будущей платежеспособности и финансовой разумности. Старания многих компаний к тому, чтобы обойти закон, уклониться от уплаты налогов, означает, что кто-то платит больше, чем должен. Государство активно противостоит подобного рода схемам, более того, с развитием интернета и онлайн-торговли появились новые способы ведения бизнеса, и старые правила налогообложения уже не всегда подходят. Разрабатываются новые подходы для того, чтобы справедливо собирать налоги с тех, кто работает в интернете. Безусловность доверия людей к налоговой системе в том, что когда налогоплательщики видят ее прозрачность, налоги собираются честно и направляются на развитие общества, тогда и уплата налогов становится не бременем, а долгом граждан перед обществом.

Анализ результативности налогового контроля позволяет оценить эффективность контрольной работы налоговых органов и выявить основные направления нарушений налогового законодательства. По данным ФНС по Иркутской области [5], [8] в таблице представлен подобного рода анализ в разрезе проверок налогоплательщиков, налоговых агентов, плательщиков страховых взносов и плательщиков сборов по вопросам соблюдения законодательства о налогах и сборах в 2023-2024 гг.

В 2024 г. наблюдается значительное снижение количества проведенных выездных проверок по сравнению с предыдущим 2023 г. По налогу на прибыль организаций проведено 24 выездные проверки, из которых в 22 случаях были выявлены нарушения. Количество камеральных проверок по этому налогу – 66 490, с выявленными нарушениями в 156 случаях. По НДС проведено 32 выездных проверки, и нарушения выявлены в 30 случаях. Камеральных проверок по НДС проведено 76 935, с выявленными нарушениями в 1 479 случаях.

Таблица – Общее количество проверок в Иркутской области за период 2023-2024 гг. и выявивших нарушения, ед.

Показатели	2023				2024			
	выездные		камеральные		выездных		камеральных	
	Всего	Из них нарушений	Всего	Из них нарушений	Всего	Из них нарушений	Всего	Из них нарушений
Налог на прибыль организаций	61	54	70 930	194	24	22	66 490	156
Налог на добавленную стоимость на товары (работы, услуги) на территории Российской Федерации	81	62	77 382	1 639	32	30	76 935	1 479
Налог на имущество организаций	52	7	14 822	413	23	3	10 739	129
Земельный налог	21	1	82	32	12	0	8	0
Транспортный налог	51	1	78	30	23	1	5	1
Налог на доходы физических лиц	66	16	280 955	12 930	31	6	266 360	3 428

По налогу на имущество организаций проведено 23 выездные проверки, и нарушения выявлены в 3 случаях. Количество камеральных проверок по этому налогу – 10 739, с выявленными нарушениями в 129 случаях. По земельному налогу проведено 12 выездных проверок, и не было выявлено ни одного нарушения. Количество камеральных проверок – всего 8, и нарушений также не выявлено. По транспортному налогу проведено 23 выездные проверки, нарушение выявлено в 1 случае. Количество

камеральных проверок – всего 5, и нарушение выявлено в 1 случае. По НДФЛ проведена 31 выездная проверка, нарушения выявлены в 6 случаях, и 266 360 камеральных проверок, нарушения выявлены в 3 428 случаях.

Налоговое администрирование как понятие в смысловом плане полисемично. Основные подходы к его определению у разных авторов Алиев Б.Х, Красницкий В.А., Майбуров И.А., Кирова Е.А., Черник Д.Г., Карп М.В., Захарова А.В., Черник И.Д., Сенков В.А., Типалина М.В., Самоделко Л.С., Гулькова Е.Л., Морозова Н.Г. распределяются по четырем направлениям: управленческий, правовой, системный, смешанный [1, 2, 4, 6].

Налоговое администрирование – управленческая деятельность государства и местных органов по налоговому планированию, формированию и совершенствованию системы налогов и сборов, контролю за соблюдением налогового законодательства и соблюдением прав и обязанностей участников налоговых отношений.

Налоговое администрирование – регламентированная законодательством деятельность государственных органов, обеспечивающая возникновение, изменение и прекращение налоговых обязательств, с одной стороны, и мобилизацию налоговых доходов бюджета, с другой.

Налоговое администрирование – совокупность мер, механизмов и управленческих технологий, направленных на повышение результативности налоговой системы и стабильных налоговых доходов бюджета.

Налоговое администрирование – властные отношения, складывающиеся в процессе налогового контроля и применения мер налоговой ответственности.

Налоговое администрирование – это процесс, охватывающий такие элементы как:

1. Управление налоговым контролем, направленным на выявление налоговых правонарушений.
2. Обеспечение неотвратимости наказания нарушителей налогового законодательства.
3. Проведение профилактических мероприятий по соблюдению законодательства о налогах и сборах в целях своевременного и полного поступления денежных средств в бюджеты всех уровней с учетом мероприятий по усовершенствованию.

Пути совершенствования налогового администрирования и прогноз увеличения налоговой базы бюджетной системы предусматривает поиск наиболее актуальных и востребованных направлений его развития [3, 9].

Налоговое администрирование – сложный и многогранный процесс, от эффективности которого напрямую зависит финансовое благополучие государства, реализация социальных программ и поддержание экономического роста. Постоянно меняющиеся экономические условия, развитие новых технологий и усложнение налогового законодательства требуют непрерывного совершенствования финансовой и налоговой системы. Целью является всестороннее рассмотрение ключевых направлений совершенствования налогового администрирования, выявление

существующих проблем и детальное описание возможных решений. Направлений много, и охватить все аспекты невозможно, но мы постарались обратиться к контрольно-надзорной деятельности до улучшения взаимодействия с налогоплательщиками, с акцентом на современные тенденции и передовой опыт.

Не менее важной задачей является повышение эффективности налогового администрирования за счет внедрения современных информационных технологий. Цифровизация налоговых процедур позволяет снизить административную нагрузку на налогоплательщиков, сократить сроки проведения налоговых проверок и повысить прозрачность налоговой системы. В последние годы в России были предприняты значительные усилия по развитию электронных сервисов для налогоплательщиков, таких как личный кабинет налогоплательщика, электронная сдача отчетности и онлайн-оплата налогов. Однако, необходимо продолжать работу по расширению функциональности этих сервисов и обеспечению их доступности для всех категорий налогоплательщиков, в том числе для малого и среднего бизнеса [6].

Совершенствование информационных технологий и цифровизация налогового администрирования неразрывно связаны друг с другом.

Цифровизация является ключевым фактором повышения эффективности налогового администрирования. Внедрение современных информационных технологий позволяет автоматизировать рутинные операции, сократить издержки, улучшить качество обслуживания налогоплательщиков и повысить прозрачность налоговой системы. Однако, при реализации данного направления возникают как минимум три важных подвида работ, которые ограничивают возможности по повышению эффективности налогового администрирования, его масштабированию и широкому распространению.

Главным подвидом работ, препятствующим для внедрения цифровых программ, является недостаточная интеграция информационных систем самих налоговых органов, которые используют различные информационные системы, зачастую не интегрированные между собой, что приводит к дублированию данных, затрудняет обмен информацией и снижает эффективность работы специалистов [11, 12]. Поэтому для выполнения данного подвида работы требуется выполнить ряд мероприятий таких, как:

1.1. Создание единой цифровой платформы, объединяющей все информационные системы налоговых органов, что позволит обеспечить беспрепятственный обмен информацией между различными подразделениями и функциями, автоматизировать процессы анализа данных и принятия решений.

1.2. Внедрение API (Application Programming Interface), позволяющее интегрировать информационные системы налоговых органов с внешними системами, такими как системы банков, государственных ведомств и организаций, как следствие автоматизация процессов получения и обмена

информацией будет способствовать сокращению издержек и повышению качества обслуживания налогоплательщиков.

1.3. Использование облачных технологий позволит снизить затраты на инфраструктуру, повышает гибкость и масштабируемость информационных систем, обеспечивает безопасность данных и упрощает их хранение и обработку.

2. Повышение уровня цифровой грамотности налогоплательщиков, особенно среди представителей малого и среднего бизнеса, которые не обладают достаточным уровнем цифровой грамотности, что затрудняет их взаимодействие с налоговыми органами в электронном виде. Это приводит к ошибкам при заполнении налоговой отчетности, несвоевременной уплате налогов и другим проблемам. Как следствие возникающих ограничений, для выполнения данного подвида работ требуются следующие мероприятия:

2.1. Организация обучающих программ и курсов для налогоплательщиков, направленных на повышение их цифровой грамотности и обучение по работе с электронными сервисами налоговых органов. Данные программы могут проводиться в онлайн и офлайн формате, с использованием различных обучающих материалов и интерактивных инструментов.

2.2. Создание удобных и понятных электронных сервисов, которые будут доступны и просты в использовании для всех категорий налогоплательщиков и должны быть адаптированы для различных устройств, включая компьютеры, планшеты и смартфоны.

2.3. Оказание консультационной поддержки по вопросам использования электронных сервисов и заполнения налоговой отчетности, что можно делать через колл-центры, онлайн-консультации, форумы и другие каналы связи.

3. Недостаточный уровень кибербезопасности, когда в условиях цифровизации возрастают риски киберугроз, направленных на информационные системы налоговых органов и данные налогоплательщиков, как следствие возникает риск утечки конфиденциальной информации, сбоям в работе систем и другим негативным последствиям. Данный подвид работ предусматривает выполнение ряда мероприятий:

3.1. Внедрение современных систем киберзащиты включает межсетевые экраны, системы обнаружения и предотвращения вторжений, антивирусное программное обеспечение и другие инструменты.

3.2. Регулярное проведение аудитов безопасности информационных систем налоговых органов для выявления уязвимостей и принятия мер по их устраниению.

3.3. Повышение осведомленности сотрудников налоговых органов о киберугрозах и обучение их правилам безопасного поведения в сети.

Представим результаты, достигнутые к данному моменту в рамках актуальных задач повышения налогового администрирования. Правительством РФ одобрило законопроект Минфина о размещении

отчетности компаний по МФСО на едином информационном ресурсе Федеральной налоговой службе ФНС. ИТ-инструменты для анализа данных в рамках принятия государственными органами исполнительной власти «Основных направлений государственной политики в сфере бухгалтерского учета, финансовой отчетности и аудита». Основные направления должны стать целевым ориентиром при подготовке нормативно-правовых актов и других регулирующих и плановых отраслевых документов.

В данном контексте речь идет о дальнейшем развитии государственного информационного ресурса бухгалтерской (финансовой) отчетности (ГИР БО) как общедоступной базы данных годовой бухгалтерской отчетности организаций (за исключением государственного сектора). Подобного рода ресурс раскрывает текущие тренды их финансового состояния, развития регионов и секторов экономики. С целью повышение полезности ГИР БО для широкого круга заинтересованных лиц требуется разработать и внедрить специальные ИТ-инструменты, которые позволяют проводить сравнительный анализ, настраивать параметры отображения информации и выполнять фильтрацию данных.

Цифровизация налогового администрирования способствует значительному росту поступлений в государственный бюджет. Об этом говорится в материалах, обнародованных в начале октября 2024 г. По уровню внедрения информационных технологий Федеральная налоговая служба (ФНС) является одним из лидеров среди российских государственных структур. Благодаря цифровизации, в частности, растут поступления в федеральный бюджет от налога на доходы физических лиц (НДФЛ). В 2023 г. этот показатель составил 159,5 млрд рублей, а по итогам 2024 г. ожидается рост на уровне 307 млрд рублей.

В пояснительной записке к законопроекту о федеральном бюджете на 2025 г. и на плановый период 2026–2027 гг., который 30 сентября 2024 года был внесен в Госдуму РФ, сказано, что в 2025-м поступления в бюджет по статье НДФЛ достигнут 810,5 млрд рублей, а в 2026 г. — 920,7 млрд рублей. Такой большой скачок объясняется введенной прогрессивной шкалой налогообложения и внедрением цифровых технологий в области налогового администрирования.

Федеральная налоговая служба активно использует передовые инструменты, позволяющие упростить работу инспекторов в части выявления недобросовестных налогоплательщиков, перераспределять задания между отделениями из разных регионов в зависимости от их загруженности работой и оказывать высокий уровень услуг населению. Так, например, введенная унификация бизнес-процессов налогового контроля с помощью аналитической системы дает возможность отследить всю цепочку движения налога на добавленную стоимость, мгновенно выявлять несоответствия и пресекать мошеннические действия [10].

В ФНС внедрена одна из крупнейших в госсекторе РФ технология RPA-система (роботизированная автоматизация процессов), исключающие человеческий фактор, в виде такого продукта как Puzzle-платформа с

интегрированным модулем искусственного интеллекта и обеспечению роботизации крупного и среднего бизнеса, которая позволяет автоматизировать бизнес-процессы не требующих сложных решений и творческого подхода. Рассчитана на обслуживание более 120 тысяч рабочих мест. Например, относящимся к бухгалтерии являются такие как – обработка первичной документации, сверка с контрагентами, контроль полноты и достоверности фактических транзакций. Контракт предусматривает получение бессрочной и безлимитной лицензии на использование программного продукта, права на его развитие внутри ведомства, а также техническую поддержку до 2028 г. в рамках цифровой трансформации налогового администрирования [13].

ФНС России по результатам 2024 г. стала лидером клиентоцентричности. Об информационной поддержке, предоставляемой сайтом, свидетельствуют следующие данные о результатах деятельности налоговых органов в цифровой сфере. Так, налоговыми органами предоставлена возможность пользоваться более чем 70 услугами. За 2024 г. было обработано 165 млн запросов от пользователей, которые обращались к сайту за поддержкой [14].

Злободневность реализации текущих задач по повышению операционной эффективности и производительности налоговой системы с учетом цифровой трансформации, внедрение финансовых инноваций является важным шагом в достижении стратегических государственных решений.

В заключение отметим, что совершенствование налогового администрирования является непрерывным процессом, требующим постоянного мониторинга, анализа и адаптации к изменяющимся условиям. Эффективное налоговое администрирование является залогом финансовой устойчивости и социально-экономического развития Российской Федерации и Иркутской области, обеспечивая поступление достаточных средств в бюджет для финансирования государственных программ и выполнения социальных обязательств.

Список литературы

1. Алиев Б.Х. Основы налогового администрирования: учеб. пособие / Б. Х. Алиев. – Махачкала: ФОРМАТ, 2019. – 418 с.
2. Красницкий В.А. Налоговый контроль в системе налогового администрирования / В.А. Красницкий. – Москва, «Финансы и статистика», 2018. – 259 с.
3. Конституция Российской Федерации : принятая всенар. голосованием 12 дек. 1993 г. : (ред. от 1 июля 2020) // СПС «КонсультантПлюс».
4. Майбуров И.А. Цифровые технологии налогового администрирования : монография /под ред. Ю.Б. Иванов. — Москва : Юнити-Дана, 2019. — 264 с.
5. Министерства финансов Российской Федерации. – Москва, 2025. – URL: <https://minfin.gov.ru> (дата обращения 10.10.2025).
6. Морозова Н.Г. Инновационные инструменты налогового администрирования в России / Н.Г. Морозова, Ж.М. Корзоватых // Вестник университета. – №4. – 2022. – С. 122–129. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-instrumenty-nalogovogo-administrirovaniya-v-rossii/viewer> (дата обращения 11.10.2025).

7. Налоги и налогообложение : учебник и практикум / под ред. Е. А. Кировой. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 466 с. — URL: <https://urait.ru/bcode/571336> (дата обращения: 10.10.2025).
8. Налоговая статистика // Федеральная налоговая служба. — Москва, 2025. — URL: <https://analytic.nalog.ru/portal/index.ru-RU.htm> (дата обращения: 25.04.2025).
9. Налоговый кодекс Российской Федерации от 5 авг. 2000 г. № 117- ФЗ // СПС «КонсультантПлюс».
10. Об утверждении порядка ведения Справочника этапов бизнес-процесса для целей налогового мониторинга : Приказ ФНС от 5 июля 2024 г. № ЕА-7-23/535@ // СПС «КонсультантПлюс».
11. Синельников-Мурылев С.Г. Цифровизация налогового администрирования в России: возможности и риски / С. Г. Синельников-Мурылев, Н. С. Милоголов, А. Б. Берберов // Экономическая политика. — 2022. — Т. 17. №2. — С.8-33.
12. Троянская М.А. Развитие ИТ-технологий в деятельности налоговых органов / М. А. Троянская // Вестник Академии знаний №43 (2), 2021. — 228-233. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitiye-it-tehnologiy-v-deyatelnosti-nalogovyh-organov> (дата обращения: 11.10.2025).
13. ФНС России внедряет платформу Puzzle RPA // CNews. — URL : https://www.cnews.ru/news/line/2025-08-05_fns_rossii_vnedryaet_platformu (дата обращения 12 октября 2025 г.)
14. Цифровизация упрощает взаимодействие с налоговой службой //Федеральная налоговая служба России. — Москва, 2025. — URL: <https://www.nalog.ru> (дата обращения 12.10.2025).

УДК 637.5.03

РОБОТИЗАЦИЯ МЯСНОЙ ОТРАСЛИ: ВЫЗОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДЛЯ РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Алексеева Ю.А., Шитова М.О., Кузьмина Н.И.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

В статье рассматриваются современные тенденции и перспективы внедрения роботизированных систем на предприятиях мясной промышленности Иркутской области. Проанализирован мировой опыт применения роботов для разделки туш, упаковки готовой продукции и логистики внутри производства. Исследован потенциал адаптации этих технологий на местных предприятиях, таких как ООО «Саянский бройлер», Ангарский мясокомбинат, с учетом региональной специфики. Особое внимание уделено влиянию роботизации на повышение производительности, улучшение санитарно-гигиенических показателей и решение кадровых вопросов. Выявлены ключевые барьеры, включая высокие первоначальные инвестиции и необходимость подготовки квалифицированных специалистов. Определены возможные пути технологической модернизации региональной мясоперерабатывающей отрасли.

Ключевые слова: роботизация, мясная промышленность, Иркутская область, переработка мяса, автоматизация, перспективы.

ROBOTIZATION OF THE MEAT INDUSTRY: CHALLENGES AND PROSPECTS FOR RUSSIAN ENTERPRISES

Alekseeva Yu.A., Shitova M.O., Kuzmina N.I.

Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky, *Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia*

This article examines current trends and prospects for the implementation of robotic systems in meat processing plants in the Irkutsk region. It analyzes international experience using robots for carcass cutting, finished product packaging, and in-plant logistics. The potential for adapting these technologies to local enterprises, such as the Sayan Broiler LLC, Angarsk meat-processing plants, is explored, taking into account regional specifics. Particular attention is paid to the impact of robotics on increased productivity, improved sanitary and hygienic standards, and staffing issues. Key barriers are identified, including high initial investment and the need to train qualified specialists. Potential avenues for technological modernization of the regional meat processing industry are identified.

Keywords: robotics, meat industry, Irkutsk region, meat processing, automation, prospects.

Современная мясоперерабатывающая промышленность находится на этапе глубокой технологической трансформации, ключевым вектором которой является роботизация. Ведущие мировые производители активно внедряют автоматизированные системы для повышения эффективности, стандартизации качества и соблюдения строгих санитарных норм [15]. Для Иркутской области, где мясоперерабатывающая отрасль исторически является важной составляющей агропромышленного комплекса, освоение этих технологий становится условием сохранения конкурентоспособности [12]. Целью данной работы является анализ потенциала и перспектив внедрения роботизированных систем на мясоперерабатывающих предприятиях Иркутской области с учетом мирового опыта и локальной специфики.

Пищевая и перерабатывающая промышленность Иркутской области, включая мясопереработку, представляет собой достаточно крупную и организованную отрасль [11]. Ключевыми предприятиями, определяющими лицо отрасли, являются Ангарский мясокомбинат, АО «Ангарская птицефабрика», крупный свиноводческий комплекс – СПК «Усольский свинокомплекс» [13], в регионе также функционируют крупные птицефабрики мясного направления ООО «Саянский бройлер», ООО «Братская птицефабрика».

В последние годы в области наблюдается устойчивый рост производства мяса, по данным на 2025 год, производство мяса птицы выросло на 7 процентов, а свинины – почти на 9 процентов [12]. Такой рост отчасти связан с технологическим обновлением предприятий и реализацией инвестиционных проектов, что создает благоприятную среду для рассмотрения более глубокой автоматизации, в том числе с применением робототехники [10, 12]. Исторически предприятия региона были сосредоточены в крупных городах – Иркутске, Ангарске, Усолье-Сибирском,

что облегчает интеграцию сложных технологических решений благодаря наличию квалифицированных кадров и инфраструктуры [7, 11].

Мировая практика демонстрирует активное внедрение роботов на различных этапах мясоперерабатывающего производства. Основные направления включают:

1. Технологический процесс производства - разделка и обвалка туш, начиная с 2010-х годов, стала применяться с помощью робототехники для предварительного сканирования туш лазером, распиловки и разрезов [4,8]. Например, новозеландская компания Scott Technology разработала системы, использующие компьютерную томографию для построения 3D-модели туши, с последующей высокоточной разделкой роторным ножом [1]. Такие линии способны обрабатывать до 600 туш в час под управлением одного оператора, хотя их точность пока достигает примерно 90 процентов [8].

2. Процесс упаковки и паллетирование, это одно из самых распространенных направлений, где роботы заменяют человека на монотонных операциях, работая в условиях низких температур и обеспечивая высокие санитарно-гигиенические стандарты [2,8].

3. Внутрипроизводственная логистика. На российских предприятиях, таких как ГК «АгроПромкомплектация», успешно внедрены роботы-манипуляторы, которые автоматически забирают ящики с мясом с конвейера обвалки и доставляют их на склад или линии переработки [5,8].

Крупнейшие российские агрохолдинги уже демонстрируют успешные примеры. В Белгородской области крупнейшее предприятие «Мираторг» создал один из самых роботизированных в Европе заводов по убою, а «Черкизово» в Подмосковье открыл полностью автоматизированный завод по производству колбасных изделий, где число сотрудников было сокращено с 700 до 150 человек [14,15].

На предприятиях Иркутской области автоматизация носит фрагментарный характер. На текущий момент роботизация в мясоперерабатывающей отрасли Иркутской области внедряется на отдельных технологических участках, а не охватывает весь производственный цикл (таблица).

Основные направления – это после процессорные этапы (упаковка, взвешивание) и обеспечение жизнедеятельности животных (микроклимат).

Предприятие ООО «Саянский бройлер» это пример системного подхода. Это предприятие демонстрирует наиболее зрелый путь цифровой трансформации, сочетая модернизацию аппаратного обеспечения (оборудование цехов) с внедрением программных решений (ERP-системы) и развитием логистической инфраструктуры. Это позволяет говорить о комплексной автоматизации по принципу «от поля до прилавка» [12].

СПК «Усольский свинокомплекс» предприятие демонстрирует активную инвестиционную политику и постоянное техническое перевооружение, что косвенно свидетельствует о процессе модернизации, включающей автоматизацию.

Исторический контекст модернизации и ключевые этапы технологического развития предприятия начались в 1995 году, это начало развития собственного убойного и колбасного цехов, для чего было приобретено импортное (испанское) оборудование, 2003 год - ввод в эксплуатацию современного цеха по забою.

В 2025 году СПК «Усольский свинокомплекс» планирует открыть в Иркутске новый распределительный центр мощностью 40-45 тонн продукции ежедневно. Подобные новые проекты, как правило, предусматривают внедрение современных автоматизированных решений в логистике и складском хозяйстве.

Таблица – Технологии автоматизации на предприятиях

Предприятие	Примеры автоматизации используемые технологии	Уровень автоматизации
ООО «Саянский бройлер»	Производственные линии: роботы-манипуляторы для укладки полуфабрикатов в формы и подачи их на конвейер упаковки. Автоматизированные системы взвешивания и упаковки. Конвейерные линии для транспортировки продукции.	Высокий на отдельных участках: автоматизация процессов упаковки и перемещения готовой продукции.
АО «Ангарская птицефабрика»	Переработка и упаковка: Внедрение новой технологии разделки, позволяющей расширить ассортимент полуфабрикатов. Операторы упаковочных аппаратов работают с автоматизированным оборудованием. Линии по поставке охлажденного мяса (0 - +4°C). Прочие технологии: два ферментатора для переработки помета в удобрения, что делает производство практически безотходным.	Средний, ведутся преобразования: идет активная модернизация и внедрение нового оборудования для повышения эффективности.
ООО «Братская птицефабрика».	Оборудование для содержания птицы: ярусное клеточное оборудование «CARRE» для откорма бройлеров. Полностью автоматизированная система микроклимата (немецкая компания «Big Dutchman»), управляемая компьютером.	Высокий в области содержания птицы: автоматизация контроля условий среды (температура, вентиляция).

На предприятии постоянные инвестиции в модернизацию, ежегодно на техническое перевооружение производства расходуется около 300 млн рублей. Эта практика указывает на непрерывный процесс обновления оборудования [13].

На предприятиях Иркутской области потенциал внедрения роботизированных систем связан с несколькими факторами:

- повышение производительности и выхода продукции - это точность роботизированной разделки, что позволяет увеличить выход готовой продукции [6, 14];

- решение кадровых проблем: роботизация позволяет заменить человека на тяжелых, монотонных и не престижных операциях, что особенно актуально в условиях дефицита рабочей силы [9];

- соблюдение стандартов качества и безопасности: автоматизация минимизирует человеческий фактор, обеспечивая стабильное качество и высочайший уровень гигиены [6, 10].

Однако существуют и серьезные барьеры – это высокие капитальные затраты. Роботизация остается дорогостоящим мероприятием, что может быть препятствием для средних и некоторых крупных предприятий региона. Необходимость в квалифицированном обслуживании, внедрение сложных систем, это требует наличия специалистов для их обслуживания, что приводит к удорожанию процесса и создает кадровый вызов. Технологические ограничения, даже передовые системы не могут полностью заменить человека на всех операциях, особенно в обвалочном цехе, где часть работ выполняется вручную.

Роботизация мясоперерабатывающей промышленности Иркутской области представляет собой неизбежное будущее, а стратегический выбор, определяющий конкурентоспособность региона в долгосрочной перспективе. Накопленный мировой и отечественный опыт убедительно доказывает эффективность роботов в повышении производительности, качества и безопасности продукции. Для успешной интеграции этих технологий необходим комплексный подход, включающий государственную поддержку инвестиционных проектов, развитие партнерских программ между вузами и предприятиями для подготовки кадров, а также поэтапную модернизацию, начинающуюся с наиболее готовых к автоматизации процессов, таких как упаковка и логистика. Преодоление существующих барьеров позволит предприятиям региона не только укрепить свои позиции на внутреннем рынке, но и выйти на новый уровень технологического развития.

Список литературы

1. Алексеев А. Л. Результаты дифференцированной разделки туш свиней различных пород и типов / А. Л. Алексеев, О. Р. Барилю // Журнал Все о мясе. - 2009. - №2. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rezultaty-differentsirovannoy-razdelki-tush-sviney-razlichnyh-porod-i-tipov> (дата обращения: 05.10.2025).
2. Алексеева Ю. А. Технология мяса. Первичная переработка сельскохозяйственных животных : учебник / Ю. А. Алексеева, Т. А. Хорошайло. – Санкт-Петербург : Издательство «Лань», 2023. – 156 с. – ISBN 978-5-507-47846-0.
3. Ли И.Х., Ма Л. 2025. Интеграция машинного обучения, оптических датчиков и робототехники для усовершенствованной оценки качества и обработки пищевых продуктов. Food Innovation and Advances 4(1): 65–72 doi: 10.48130/fia-0025-0007

4. Robotization and intelligent digital systems in the meat cutting industry // Trends in Food Science & Technology. – 2023. – Vol. 131. – P. 234-251. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.03.018>.
5. Зайцев В. Г. Автоматизация контроля мясо-молочной продукции // ММС. 2005. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-kontrolyu-myaso-molochnoy-produktsii> (дата обращения: 05.10.2025).
6. Козуб Ю. А. Безопасность продовольственного сырья и пищевых продуктов / Ю. А. Козуб // Состояние и перспективы развития ветеринарии и биотехнологии : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию образования Иркутской государственной сельскохозяйственной академии и 10-летию первого выпуска ветеринарных врачей, Москва, 10–11 декабря 2014 года / Министерство сельского хозяйства РФ Министерство сельского хозяйства Иркутской области Иркутская государственная сельскохозяйственная академия Монгольский государственный сельскохозяйственный университет Научно-исследовательский институт животноводства, Монголия. – Москва: Издательство "Перо", 2014. – С. 37-39.
7. Козуб Ю. А. Развитие отрасли молочного скотоводства Иркутской области / Ю. А. Козуб // Проблемы в животноводстве : Материалы международной научно-практической конференции, Краснодар, 09 апреля 2018 года. – Краснодар: ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России Краснодарский ЦНТИ-филиал ФГБУ "РЭА" Минэнерго России, 2018. – С. 30-36.
8. Кузнецова О. А. Фабрика будущего: работы в мясной промышленности / О.А. Кузнецова, М.А. Никитина, А.Н. Захаров // Журнал Все о мясе. 2020. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fabrika-buduscheego-roboty-v-myasnoy-promyshlennosti> (дата обращения: 05.10.2025).
9. Мамедова Э. Э. Подготовка кадров для АПК в условиях цифровизации экономики / Э. Э. Мамедова, С. А. Крючков // Профессиональное самоопределение молодежи инновационного региона: проблемы и перспективы : Сборник статей по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Красноярск, 14–25 ноября 2022 года. Том Часть 1. – Красноярск-Челябинск-Нижний Новгород-Москва: Красноярский государственный аграрный университет, 2023. – С. 232-234.
10. Мартемьянова А. А. Экологическая безопасность производства сельскохозяйственной продукции / А. А. Мартемьянова, Ю. А. Козуб. – Иркутск : Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2019. – 178 с.
11. На 5% больше мяса стали производить в Иркутской области // Областная газета. – 2025. – URL: <https://www.ogirk.ru/2025/09/03/na-5-bolshe-mjasa-stali-proizvodit-v-irkutskoj-oblasti/> (дата обращения: 05.10.2025). – Текст: электронный.
12. Пищевая и перерабатывающая промышленность Иркутской области // Иркспедия.URL:http://irkspedia.ru/content/pishchevaya_i_pererabatyvayushchaya_promyshlennost_irkutskoy_oblasti_vinokurov_ma_suhodolov (дата обращения: 05.10.2025). – Текст: электронный.
13. Производители мяса в Иркутской области // Meatinfo.ru. – URL: https://meatinfo.ru/litecat/proizvoditeli_myasa_v_irkutskoy_oblasti (дата обращения: 05.10.2025). – Текст: электронный.
14. Сердечный Д. В. Особенности цифровизации аграрного сектора РФ в рамках концепции технологического суверенитета / Д.В. Сердечный, Д.А. Курочкин, А.О. Конышева и А.Д. Царькова //International agricultural journal, vol. 66, no. 5, 2023, pp. 1486-1499. doi:10.55186/25876740_2023_7_5_11
15. Хорошайло Т. Информационные технологии в зоотехнии / Т. Хорошайло, Ю.А. Алексеева. – Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2022. – 124 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-8114-8713-4.

ИНТЕГРАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИОТ В ЦИФРОВУЮ АРХИТЕКТУРУ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК: ОТ ТОЧЕЧНЫХ РЕШЕНИЙ К ЕДИНОМУ ЦИФРОВОМУ ОРГАНИЗМУ

Амбросенко Н.Д., Ткачук В.В.

ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, Красноярск, Россия

В статье рассматриваются особенности внедрения технологий Интернета вещей (IoT) в цифровую архитектуру предприятий агропромышленного комплекса. Проанализированы проблемы точечных решений и показана необходимость перехода к единой цифровой экосистеме. Представлены архитектурные подходы, примеры внедрения и стратегии интеграции IoT в АПК для повышения эффективности, устойчивости и конкурентоспособности отрасли.

Ключевые слова: интернет вещей (IoT), цифровая архитектура предприятия, агропромышленный комплекс (АПК), точное земледелие, умное животноводство, цифровая трансформация.

INTEGRATION OF IOT TECHNOLOGIES INTO THE DIGITAL ARCHITECTURE OF AGRICULTURAL ENTERPRISES: FROM POINT SOLUTIONS TO A SINGLE DIGITAL ORGANISM

Ambrosenko N.D., Tkachuk V.V.

FSBEI of HE Krasnoyarsk SAU, Krasnoyarsk, Russia

The article discusses the features of the introduction of Internet of Things (IoT) technologies into the digital architecture of agro-industrial enterprises. The problems of point solutions are analyzed and the need for a transition to a unified digital ecosystem is shown. Architectural approaches, examples of implementation and strategies for integrating IoT into the agroindustrial complex to increase the efficiency, sustainability and competitiveness of the industry are presented.

Keywords: Internet of Things (IoT), digital enterprise architecture, agro-industrial complex (agroindustrial complex), precision agriculture, smart animal husbandry, digital transformation

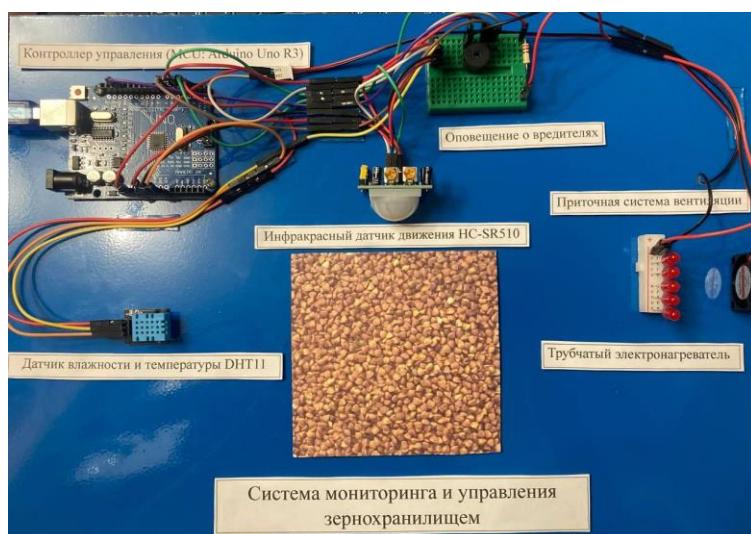
В условиях изменения климата, экстремальных погодных условий и экологических ограничений необходимо удовлетворить растущий спрос на продовольствие. Интеллектуальное сельское хозяйство, основанное на технологиях Интернета вещей, может сократить отходы и повысить производительность труда производителей и фермеров, от использования удобрений до поездок на тракторах.

Начальный этап цифровизации для большинства предприятий агропромышленного комплекса (АПК) характеризуется внедрением так называемых точечных решений (point solutions). Данный подход фокусируется на использовании технологий Интернета вещей (IoT) для решения отдельной, локальной операционной или производственной задачи. Его распространенность обусловлена относительно низким порогом входа,

быстрой окупаемостью конкретного узкого проекта и минимальными требованиями к трансформации существующих бизнес-процессов [2].

В качестве практических примеров таких решений можно привести автономные метеостанции, собирающие данные о микроклимате на конкретном поле для последующего агрономического анализа; датчики влажности почвы, активирующие систему полива в ответ на достижение пороговых значений; GPS-трекеры для мониторинга местоположения сельскохозяйственной техники и транспорта; а также системы датчиков в хранилищах, обеспечивающие контроль температурно-влажностного режима в сilosах или овощехранилищах [4, 5].

Практическим воплощением этого подхода стала система мониторинга управления зернохранилища (СМУЗ) ООО «Авангард», разработанная в Красноярском ГАУ. На рисунке 1 приведен прототип системы [1].



**Рисунок 1 – Прототип системы мониторинга управления зернохранилищем
ООО «Авангард»**

В результате проектирования архитектуры СМУЗ была разработана новая модель хранения, представленная на UML-схеме развертывания. Данная модель отражает ключевые изменения и демонстрирует переход от ручного контроля к автоматизированному управлению процессами хранения зерна, UML-схема представлена на рисунке 2.

Несмотря на эффективность каждого отдельного решения, суммарный эффект данного этапа является ограниченным. Его фундаментальной проблемой выступает организационно-технологическая разобщенность. Данные, получаемые от различных сенсорных систем, функционируют в рамках изолированных программных сред, формируя так называемые «силосы данных» (data silos). Это приводит к утрате контекста: например, факт снижения влажности почвы фиксируется, но не сопоставляется в реальном времени с прогнозом выпадения осадков, что могло бы предотвратить нерациональное использование водных ресурсов.

Необходимость принятия каждого комплексного решения ложится на оператора, который вынужден вручную агрегировать и анализировать информацию из нескольких разнородных систем. Этот процесс не только ресурсоемок и подвержен ошибкам, но и критически затрудняет оперативное реагирование. Как следствие, ценность собранных данных существенно снижается, а общая окупаемость инвестиций (ROI) в цифровизацию остается низкой, поскольку затраты носят постоянный характер, а синергетический эффект от интеграции данных не достигается. Таким образом, точечные решения, решая частные задачи, становятся барьером для построения целостной цифровой архитектуры предприятия АПК.

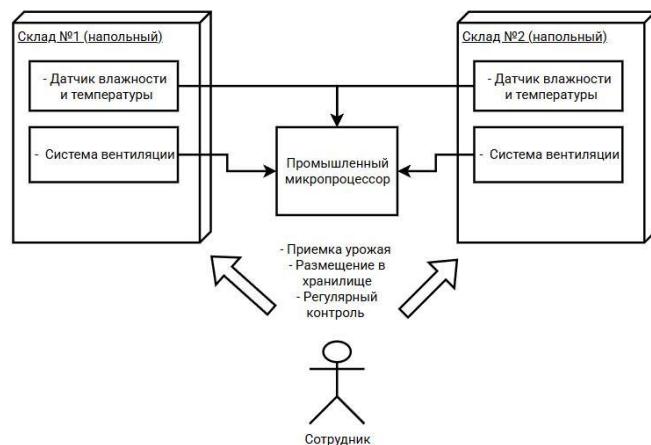


Рисунок 2 – UML-схема развертывания автоматизированной системы хранения зерна ООО «Авангард»

Цифровая архитектура предприятия АПК с интеграцией IoT — это многоуровневая система, которая обеспечивает сбор, передачу, хранение, анализ и использование данных от подключенных физических объектов (животные, растения, почва, техника) для оптимизации производства (рисунок 3).

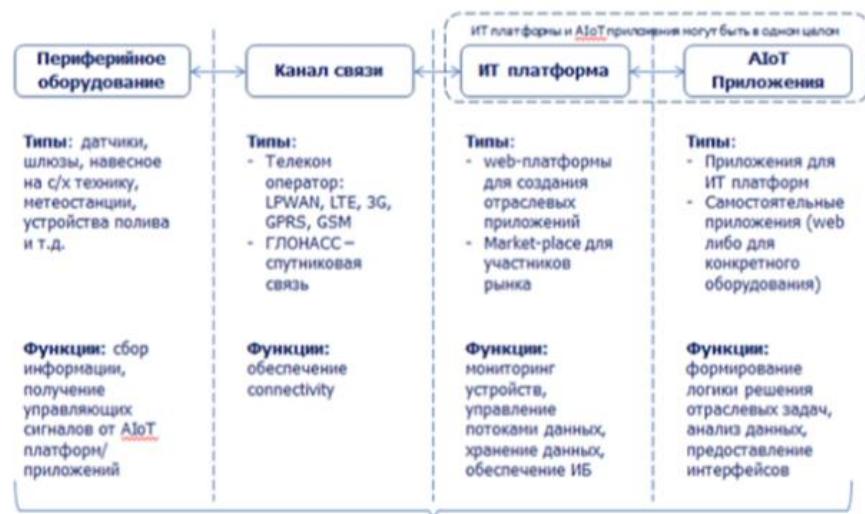


Рисунок 3 – Стандартная архитектура IoT

Такая архитектура состоит из нескольких уровней:

– периферийный уровень (Устройства и датчики): «Умные» датчики в полях (влажность, температура почвы, питательные вещества), датчики на технике (расход топлива, урожайность в реальном времени), GPS-трекеры, камеры на фермах (мониторинг здоровья животных), метеостанции;

– сетевой уровень (Канал связи): Технологии передачи данных: LPWAN (LoRaWAN, NB-IoT), сотовые сети (4G/5G), спутниковая связь для удаленных территорий, Bluetooth и Wi-Fi внутри помещений. Этот уровень обеспечивает доставку данных с полей и ферм в центр обработки;

– уровень платформы (Данные и управление): AIoT-платформа — это «мозговой центр». Она агрегирует данные, управляет устройствами, обеспечивает безопасность и предварительную обработку данных. Часто интегрируется с облачными хранилищами (Yandex Cloud, AWS, Azure) и платформами для анализа больших данных;

– прикладной уровень (Приложения и аналитика): Уровень, на котором данные преобразуются в полезную информацию. Это уровень программных приложений и сервисов, которые используют обработанные данные с платформы для решения конкретных бизнес-задач. Эти приложения предоставляют интерфейсы для взаимодействия и реализуют бизнес-логику, уникальную для каждой отрасли или сценария.

Можно выделить ряд ключевых направлений цифровой интеграции IoT в АПК:

– *Точное земледелие*: IoT-датчики и дроны создают детальные карты полей, отслеживая состояние каждого участка. Это позволяет адресно вносить воду, удобрения и пестициды, экономя до 30% ресурсов и повышая урожайность;

– *Умное животноводство*: Датчики на ошейниках животных (трекеры активности, температуры тела) помогают выявлять болезни на ранней стадии, оптимизировать режим кормления и определять оптимальное время для отела. Это повышает продуктивность и благополучие поголовья;

– *Мониторинг техники и логистики*: Датчики на комбайнах, тракторах и грузовиках передают данные о местоположении, расходе топлива, отработанных моточасах и необходимости техобслуживания. Это снижает простой и логистические издержки;

– *Умные склады и элеваторы*: IoT-системы контролируют температуру и влажность в хранилищах, автоматически поддерживая оптимальные условия для сохранности зерна, овощей и фруктов;

– *Прогнозная аналитика и управление рисками*: Анализируя данные с датчиков и внешние источники (погода, рыночные цены), ИИ-алгоритмы прогнозируют урожай, оценивают риски и помогают планировать финансовые потоки.

Интеграция технологий интернета вещей в цифровую архитектуру предприятий АПК обеспечивает значительные преимущества: повышение операционной эффективности, снижение издержек, повышение качества и объема продукции, переход к управлению на основе данных (data-driven), а

также создание системы прослеживаемости продукции от поля до прилавка. Такая архитектура способствует формированию единого информационного пространства и ускоряет принятие решений в режиме реального времени.

Несмотря на значительный потенциал IoT, существуют барьеры на пути интеграции. Наиболее существенными являются высокие первоначальные инвестиции: внедрение технологии IoT в агробизнесе, которые могут оказаться слишком дорогими, особенно для мелких фермеров с ограниченными финансовыми ресурсами. Фермерам необходимо приобрести и настроить IoT-оборудование, например датчики и беспилотники, разработать и внедрить программное решение, провести обучение персонала и многое другое. В результате большинство фермеров либо откладывают внедрение технологии IoT, либо вовсе избегают их.

Для снижения финансовой нагрузки целесообразно использовать итерационный подход: начинать с базовых решений и постепенно расширять функциональность. Во-первых, фермеры, у которых нет капитала для инвестиций в технологию IoT, могут начать с внедрения базового ПО и расширять его возможности, как только позволит бюджет. Такой подход позволяет оптимизировать первоначальные затраты и получить первые результаты на ранних этапах. Во-вторых, фермеры могут использовать Open Source-технологии, чтобы минимизировать первоначальные и текущие расходы на лицензирование. Использование проверенных бесплатных инструментов, таких как ThingsBoard для сбора данных и Grafana для визуализации, обеспечивает фермерам гибкость и экономию средств с самого начала.

Кроме того, фермеры могут обратиться за государственными субсидиями и грантами, чтобы компенсировать расходы на оборудование и обучение персонала. Многие регионы поддерживают цифровое сельское хозяйство, чтобы повысить эффективность и устойчивость агробизнеса.

Для успешной интеграции необходима продуманная стратегия, начинающаяся с аудита и определения четких бизнес-целей, а не внедрения технологий ради самих технологий. Запуск пилотного проекта на одном поле или ферме позволяет оценить эффективность и отработать методику. Критически важен выбор масштабируемой платформы, способной расти вместе с бизнесом, и фокус на данных как на главном активе. Завершающим элементом являются инвестиции в команду, поскольку успех зависит от людей, которые будут работать с системой [3].

Таким образом, интеграция IoT в цифровую архитектуру предприятий АПК — это необходимое условие конкурентоспособности в современных реалиях. Это путь от разрозненных процессов к единому интеллектуальному организму, способному отвечать на вызовы времени. Предприятия, начинающие этот переход сегодня, формируют устойчивое преимущество, превращая сельское хозяйство из ремесла в высокотехнологичную отрасль.

Список литературы

1. Амбросенко Н. Д. Опыт использования искусственного интеллекта для отладки программного кода в Arduino IDE / Н.Д. Амбросенко, С.О. Потапова // Образование. Инновации. Качество: Материалы VI Международной научно-методической конференции. В 2-х частях, Курск, 29 января 2025 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет им. И.И. Иванова, 2025. – С. 163-168.
2. Банников С.А. Сущность и этапы цифровой трансформация в АПК / С.А. Банников, Т.Г. Гарбузова, Т.Н. Ковалева // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 11 (150). – С. 65-76. DOI: 10.24412/2227-9407-2023-11-65-76.
3. Воронцова Ю.Н. Внедрение цифровых технологий в решении проблем АПК в аспекте продовольственной безопасности / Ю.Н. Воронцова, И.М. Корнеев, Е.С. Стряпчих // Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение : Сборник научных статей и докладов XI Международной научно-практической конференции, Воронеж, 28–29 ноября 2024 года. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2024. – С. 581-587.
4. Грачев, А. В. Метод использования цифровых технологий в разработке систем цифрового управления теплицей на предприятии АПК / А.В. Грачев, Е.Н. Неверов, А.К. Горелкина // Современная аграрная экономика: концепции и модели инновационного развития: Материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию доктора экономических наук, профессора Л.М. Рабиновича, Казань, 06–07 марта 2024 года. – Казань: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Казанский государственный аграрный университет, 2024. – С. 52-58.
5. Сараджян Г.К. Технологии интернета вещей в контексте развития экологической наблюдательной сети и сбора данных о состоянии окружающей среды / Г.К. Сараджян // Студенческая наука - взгляд в будущее: Материалы XX Всероссийской студенческой научной конференции, Красноярск, 25–27 февраля 2025 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2025. – С. 319-322.

УДК 631.171 (007.52)

БЕСПИЛОТНЫЕ АВИАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ МОНИТОРИНГА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

¹Барсукова М.Н., ²Глухов О.В., ¹Иваньо Я.М., ¹Петрова С.А.

¹ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

²АО «Кадастровъемка», Иркутск, Россия

Интеграция цифровых технологий в сельское хозяйство подразумевает использование интернета вещей (IoT), искусственного интеллекта (ИИ), больших данных, облачных вычислений, а также использование беспилотных авиационных систем. В статье рассматриваются вопросы применения беспилотных авиационных систем на базе учебного научно-производственного участка «Оекское» и учебно-опытного охотничьего хозяйства «Голоустное» имени О.В. Жарова для оперативного управления по улучшению производственно-экономических показателей, прогнозированию урожая и планированию на следующий год. Приведены примеры полученных результатов и определены дальнейшие направления деятельности по использованию беспилотных авиационных систем.

Ключевые слова: беспилотные авиационные системы, сельское хозяйство, мониторинг земель, индексы вегетации, дешифрирование аэрофотоснимков.

UNMANNED AERIAL SYSTEMS IN AGRICULTURAL PRODUCTION MONITORING PROBLEMS

¹Barsukova M. N., ²Glukhov O. V., ¹Ivanyo Ya. M., ¹Petrova S.A.

¹FSBEI HE Irkutsk State Agricultural University, Molodezhny, Irkutsk District, Irkutsk Region, Russia

²JSC «Kadastrsemka», Irkutsk, Russia

The integration of digital technologies into agriculture involves the use of the Internet of Things (IoT), artificial intelligence (AI), big data, cloud computing, and unmanned aerial systems. This article examines the use of unmanned aerial systems at the Oekskoye Training and Production Site and the O.V. Zharov «Goloustnoye» Training and Experimental Hunting Farm for operational management to improve production and economic indicators, forecast harvests, and plan for the next year. Examples of the results obtained are provided, and future directions for using unmanned aerial systems are identified.

Keywords: unmanned aerial systems, agriculture, land monitoring, vegetation indices, aerial image interpretation.

Введение. Развитие цифровой экономики способствует увеличению инвестиций в сельское хозяйство, что предполагает использование новых эффективных технологий, к которым относятся беспилотные авиационные системы [2].

В сельском хозяйстве беспилотные летательные аппараты применяются в Китае, США, Японии и во многих странах Европы. Кроме того, беспилотники широко используются в южных регионах России – Ростовской области и Краснодарском крае [7].

По данным Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, в настоящее время беспилотными летательными аппаратами обрабатывается лишь 1-2 % от общей площади пашни, что является незначительным показателем относительно больших площадей сельскохозяйственных угодий в стране. Вместе с тем общее число беспилотных авиационных систем (БАС) в разных регионах страны растет, поскольку эти системы могут выполнять сельскохозяйственные работы на всех этапах возделывания сельскохозяйственных культур, исключая сбор урожая [12].

Беспилотные авиационные системы находят широкое применение в различных аспектах сельского хозяйства: агромониторинг, распределение удобрений и пестицидов, съемка для 3D-моделирования, оценка урожайности, использование тепловизионных камер, мониторинг пастбищ, изучение почвы, анализ здоровья растений, планирование ирригации, сбор данных для научных исследований [11].

Сельскохозяйственные угодья в Иркутской области занимают обширные территории. Поэтому использование БАС позволяет увеличить производительность труда и повысить качество процессов получения

урожая. Помимо этого, наличие в регионе пастбищного животноводства с выпасом крупного и мелкого рогатого скота, а также лошадей ориентирует на использование для мониторинга численности и состояния сельскохозяйственных животных разного вида беспилотных авиационных систем со специальными камерами и сверхточными нейронными сетями [3].

В 2024 году Иркутским ГАУ совместно с Иркутским филиалом МГТУ ГА разработан и утверждён план-график выполнения научно-исследовательской работы с использованием БАС на базе учебного научно-производственного участка «Оёкское» и учебно-опытного охотничьего хозяйства «Голоустное» имени О.В. Жарова по следующим направлениям:

- оценка эффективности применения беспилотников при обработке посевов сельскохозяйственных культур;
- мониторинг посевов;
- мониторинг лесных ресурсов;
- оценка сельскохозяйственных угодий.

Целью работы является описание технологий проведения первых опытов по мониторингу данных состояния сельскохозяйственных угодий и динамики посевов на базе опытных хозяйств Иркутского ГАУ с помощью БАС и оценка некоторых результатов дешифрирования полученных снимков.

Материалы и методы исследования. В качестве материалов использовались научные публикации по применению разных типов БАС в сельском хозяйстве [11], их работе на разных этапах технологических операций [2, 7, 12], оценке ущербов деятельности сельскохозяйственных товаропроизводителей [8]. При этом в статье [1] приведен обзор российского рынка геоинформационных систем для сельского хозяйства, включая БАС.

К нормативным документам, обеспечивающим использование БАС, относятся: национальные стандарты, кодексы Российской Федерации, стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года, государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия [4, 5, 9, 10].

Методы исследования включают выбор беспилотной авиационной системы для мониторинга данных, определение дат выполнения полетов, оценку высотных характеристик, дешифрирование полученных снимков.

Основные результаты исследований и их обсуждение. БАС (беспилотная авиационная система) - комплекс взаимосвязанных элементов, включающий в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов, средства управления полетом одного или нескольких беспилотных воздушных судов и контроля за полетом одного или нескольких беспилотных воздушных судов (станцию внешнего пилота и линию управления беспилотными авиационными системами и контроля беспилотной авиационной системы), а также средства осуществления взлета и посадки беспилотных воздушных судов [4].

Для решения задач мониторинга данных в полевых условиях с помощью БАС использован Квадрокоптер DJI Mavic 3M Multispectral с мультиспектральной камерой $4 \times 5\text{MP}$ G/R/RE/NIR и RGB-камерой 20 МП 4/3 CMOS, механический затвор (рисунок 1).



Рисунок 1 – Квадракоптер DJI Mavic 3M Multispectral [8]

С помощь мультиспектральной камеры с четырьмя спектрами (синий, зелёный, красный и ближний инфракрасный) можно получать точные данные о состоянии растительности и оценивать параметры здоровья растений на основе индексов вегетации. Другая встроенная камера с разрешением 20 Мп и CMOS-матрицей 4/3 обеспечивает высокую чёткость и детализацию снимков для эффективного мониторинга поля и быстрого реагирования на изменения состояния растений [6, 13].

Съемка сельскохозяйственных угодий и поля с кипреем, как правило, осуществлялась на высоте 10-12 м. Продолжительность одного вылета на одном заряде не превышала 40 минут. Вылеты осуществлялись согласно утвержденному плану-графику. С помощью квадракоптера задачи решались комплексно: оценка эрозии почв, захламленность земель, мониторинг болезней растений и вредителей, оценка состояния посевов, определение сорных растений, оценка потерь от метеорологических факторов, болезней растений и вредителей. Отдельно осуществлялась съемка для оценки численности сельскохозяйственных животных разных видов на пастбищах. По мониторингу лесных ресурсов выполнена съемка по оценке состояния кипрея узколистного.

На протяжении периода с апреля по сентябрь 2024 года осуществлено 20 вылетов. Получено несколько тысяч снимков, описывающих процессы развития сельскохозяйственных растений (пшеница и соя) и кипрея узколистного.

В результате проведенных работ по получению снимков и их дешифрирования можно определить состояние почвы, растительного покрова, плодородия почвы по ряду индексов вегетации.

Приведем некоторые примеры на участке опытного поля по выращиванию сои. Съемка участка проведена в конце августа.

На рисунке 2 показан ортофотоплан исследуемого участка, на котором выращивается соя.

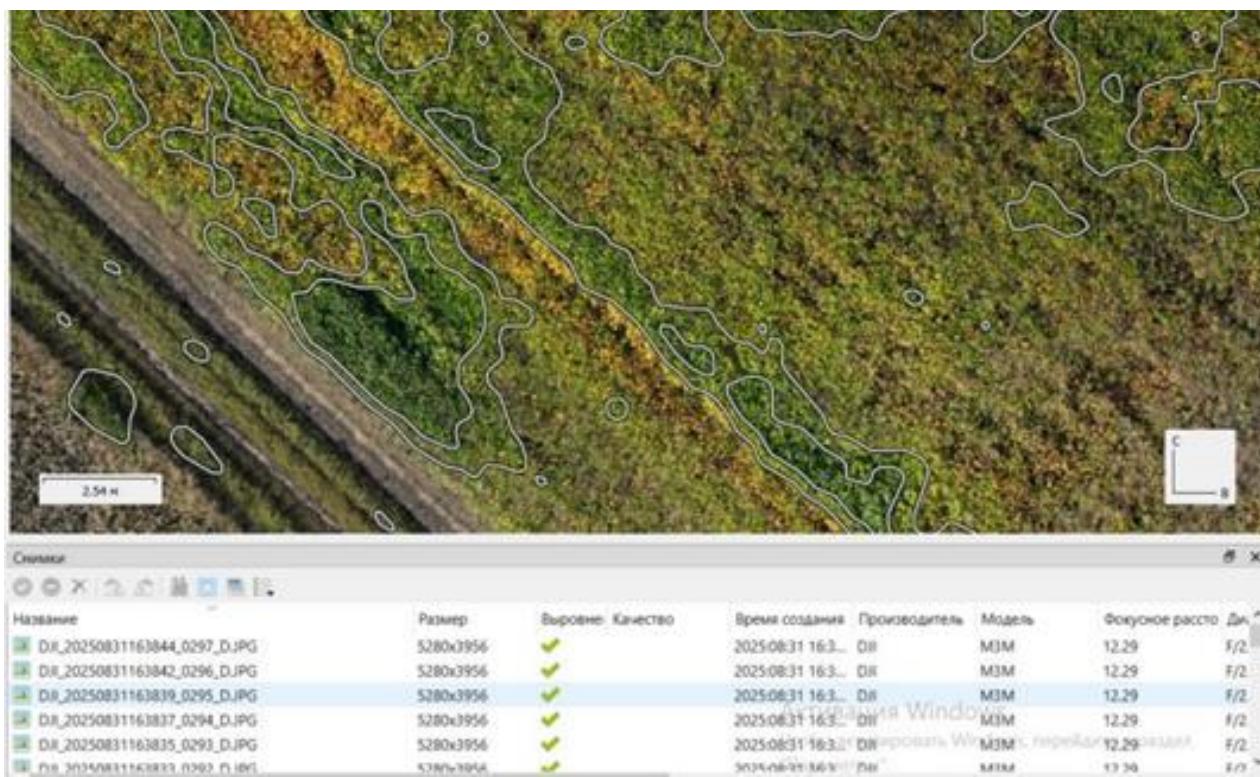


Рисунок 2 – Ортофотоплан участка с посевами сои с изолиниями индекса вегетации IPVI 0,7 и 0,8

Обработаны снимки в разных спектрах отражения излучения земной поверхности, характеризуемые разными индексами вегетации, приведенными в таблице.

На рисунке 3 показана карта с использованием относительного индекса вегетации NDVI. Исходя из полученного снимка 31 августа состояние биомассы сои сильно изменчиво по выделенному участку. Только незначительная доля земель менее 10 % соответствует значению больше 0,6 – здоровая и густая растительность, остальная часть находится в стадии с умеренной и разреженной растительностью.

Отметим, что согласно другим индексам, приведенным в таблице, описанное разрозненное состояние посевов подтверждается и дополняется значениями индексов. В этом случае необходимы оперативные агрономические мероприятия по улучшению умеренной и разреженной растительности. Эта задача решаема с помощью наземных средств или беспилотных летательных систем.

Полученная информация на конкретную дату требует дополнения за счет дешифрирования снимков в другие моменты времени для выявления динамики различных индексов вегетации, что позволит выявить прогностические возможности БАС.

Кроме того, необходимо согласование наземных данных с полученными значениями с помощью индексов вегетации для определения степени расхождения между ними, что способствует корректировке результатов при последующих исследованиях.

Таблица – Разные индексы вегетации, полученные при дешифрировании снимков на исследуемом поле

Название индекса	Формула	Обозначения	Назначение индекса
Инфракрасный индекс вегетации	$IPVI = \frac{NIR}{NIR + RED}$	NIR – значения пикселов из ближнего инфракрасного канала, RED – значения пикселов из красного канала	Индекс общего состояния растительности. Для зеленой растительности изменяется от 0,6 до 0,9. Этот индекс функционально эквивалентен индексам NDVI и RVI.
Вегетационный индекс с поправкой на почву	$SAVI = \frac{(1 + L)(NIR - RED)}{NIR + RED + L}$	L [0; 1] – коэффициент коррекции яркости почвы.	Количественный показатель объема биомассы с учетом яркости почвы. Принимает значения от -1 до 1.
Нормализованный относительный индекс вегетации	$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$	-	Количественный показатель объема биомассы. Для растительности принимает значения от 0,2 до 0,8.
Зеленый нормализованный относительный индекс вегетации, GNDVI	-	-	Аналогичен индексу NDVI, но вместо красного спектра измеряет зеленый. Характеризует фотосинтетическую активность растений. Диапазон индекса от 0 до 1 описывает активность растений.
Относительный индекс вегетации	$RFVI = \frac{NIR}{RED}$	-	Количественный показатель зеленой фитомассы. Для зеленой растительности он превышает 1. Изменяется от 2 до 8 с увеличением зеленой биомассы.
Нормализованный разностный индекс красной границы	$NDRE = \frac{NIR - RE}{NIR + RE}$	RE – спектральный диапазон, соответствующий длине волны 730 нм.	Количественный показатель оценки азота в листьях. Изменяется от -1 до 1. Значения -1...0,2 характеризуют голую почву или развивающуюся культуру, а 0,6...1 – здоровые, зрелые, созревающие культуры.
Индекс цвета почвы	$LCI = \frac{R850 - R710}{R850 + R860}$	R с числами характеризует отражение на указанной волне	Количественный показатель, определяющий содержание хлорофилла в зонах полного покрытия листьев. Индекс направлен на оценку плодородности почвенного покрова.
Индекс простого соотношения	$SR = \frac{NIR}{RED}$	-	Показатель оценки количества растений. Изменяется от 0 до 30. Для здоровой растительности диапазон значений колеблется от 2 до 8.
Усовершенствованный индекс вегетации	$EVVI = 2.5 \left(\frac{NIR - RED}{NIR} + 6RED - 7.5BLUE + 1 \right)$	BLUE - значения пикселов из синего канала	Количественный показатель оценки биомассы в областях с высоким индексом листовой поверхности. Для здоровой растительности изменяется от 0,2 до 0,8.

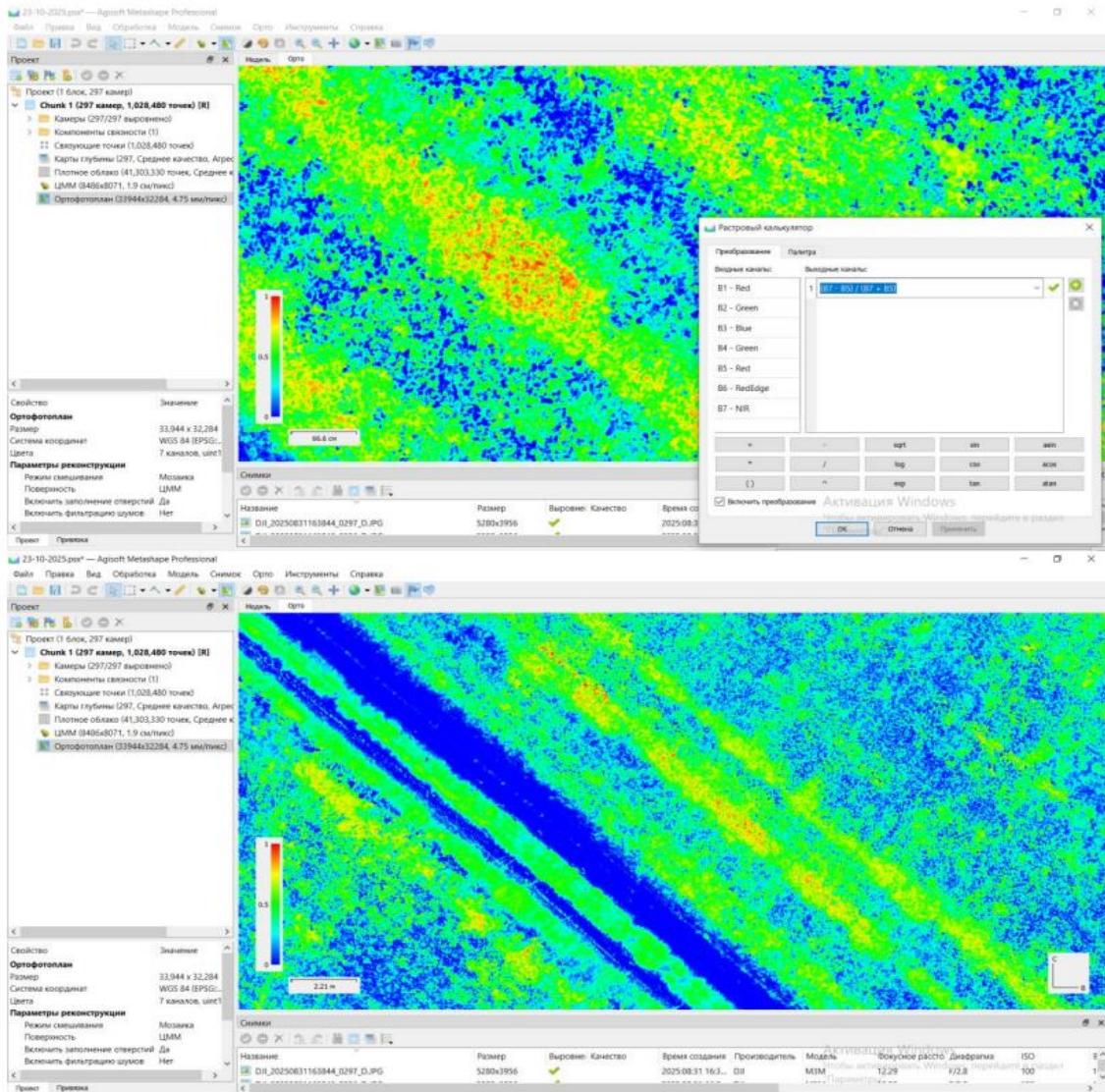


Рисунок 3 – Применение вегетационного индекса NDVI

Заключение. Иркутским ГАУ совместно с Иркутским филиалом МГТУ ГА составлен план по многолетним исследованиям применения БАС по разным направлениям, связанным с оперативным решением задач улучшения качества производства сельскохозяйственной продукции, прогнозирования урожая с учетом рисков и планирования показателей.

В первый год выполнена съемка посевов сельскохозяйственных культур и кипрея узколистного с 2 – 3 вылетами в месяц.

Определена оптимальная высота полетов для решения разных задач, выявлены некоторые технические проблемы для повышения эффективности работы БАС. Подготовлено для дешифрирования несколько тысяч снимков.

Выполнено дешифрирование снимков в отдельные моменты времени, что позволило оценить состояние посевов на конкретном участке с помощью комплекса индексов вегетации для доведения информации до лица, принимающего решение, для оперативных мероприятий по улучшению качества растений.

Дальнейшая работа требует дешифрирования всех снимков для оценки динамики разных индексов, что позволит оценить прогностические возможности применение БАС для конкретного объекта. Необходим также сравнительный анализ наземных работ с результатами аэрофотоснимков.

Благодарность. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда, проект № 24-21-00502, <https://rscf.ru/project/24-21-00502/>

Список литературы

1. Байкалова Т.В. Обзор российского рынка геоинформационных систем для сельского хозяйства // В сборнике: Аграрная наука – сельскому хозяйству. Сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции. – В 2-х книгах. – 2019. – С. 295 – 297.
2. Будагов И.В. Применение беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве /И.В. Будагов, Д.А. Беспятчук, С.В. Самарин // В сборнике: Современные проблемы и перспективы развития земельно-имущественных отношений. Сборник статей по материалам III Всероссийской научно-практической конференции. - Краснодар, 2021. - С. 24-28.
3. Ващукевич Е.Ю. Нейросетевая модель мониторинга сельскохозяйственных животных применительно к пастбищному животноводству /Е.Ю. Ващукевич, Я.М. Иваньо //Инженерный вестник Дона. - 2025. - № 3 (123). – С. 257-272.
4. Воздушный кодекс Российской Федерации от 19.03.1997 № 60-ФЗ Приложение 14 «Аэродромы». Т. I (Проектирование и эксплуатация аэродромов) к Конвенции о Международной гражданской авиации, издание шестое.
5. «ГОСТ Р 59517-2021. Национальный стандарт Российской Федерации. Беспилотные авиационные системы. Классификация и категоризация» (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 27.05.2021 N 472-ст).
6. Дрон России [Электронный ресурс]. – URL: <https://drones-russia.ru/catalog/enterprice/dji-mavic-3m/?oid=2724&ysclid=mi4px1e8j283322601/>
7. Использование беспилотных авиационных систем в растениеводстве: метод. рек. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2024. – 100 с.
8. Курченко Н.Ю. Использование беспилотных летательных аппаратов в оценки ущерба сельскому хозяйству / Н.Ю. Курченко, З.Х. Нагучев // Научные горизонты. - 2021. - № 9 (49). - С. 60-63.
9. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации». Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р.
10. Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года. – [Электронный ресурс] – <http://government.ru/docs/46497/> (дата обращения: 25.10.2024).
11. Хабарина Д.С. Анализ применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) различного типа в сельском хозяйстве / Д.С. Хабарина, И.А. Тишанинов // Наука без границ. – 2021. – № 4 (56). – С. 78-83.
12. Щербаков Д.А. Применение беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве / Д.А. Щербаков // В сборнике: Инновации и научные достижения в агропромышленных технологиях и агробизнесе. Сборник научных статей Всероссийской научно-практической конференции. – 2020. – С. 9-12.
13. DJI MAVIC 3 M [Электронный ресурс]. – URL: <https://dji-rus.ru/dji-mavic-3-multispectral-obzor/>.

РОЛЬ ФГИС В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АГРАРНОГО СЕКТОРА

Белякова А.Ю., Бузина Т.С.

Иркутский государственный аграрный университет
п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

Продовольственной независимости и продовольственной безопасности государства уделяется большое внимание со стороны государственных органов и общественности, поскольку эти аспекты напрямую влияют на устойчивое развитие аграрного сектора и обеспечение населения качественными продуктами питания. Целью исследования является всесторонний обзор федеральных государственных информационных систем (ФГИС) продовольственной безопасности аграрного сектора, их роли в оптимизации управления, мониторинге и контроле за оборотом сельскохозяйственной продукции.

В работе рассмотрены ключевые ФГИС: «Зерно», «Меркурий» и «Сатурн», каждая из которых решает специфические задачи. ФГИС «Зерно» обеспечивает учет производства, оборота и хранения зерна, включая прослеживаемость партий, анализ качества и интеграцию с таможенными органами для экспорта. ФГИС «Меркурий» предназначена для ветеринарного контроля продукции животного происхождения, позволяя отслеживать жизненный цикл от производства до реализации, снижая риски распространения заболеваний и фальсификаций. ФГИС «Сатурн» контролирует оборот пестицидов и агрохимикатов, обеспечивая мониторинг их применения, учет остатков и соответствие нормам безопасности.

Рассматривается также ФГИС «Семеноводство». Система предназначена для учета производства, оборота и использования семян сельскохозяйственных растений, обеспечивая прослеживаемость от сортоиспытания до реализации, интеграцию с другими ФГИС и борьбу с фальсификатами. Исследование основано на анализе официальных данных Россельхознадзора, отчетах о внедрении и законодательстве.

Ключевые слова: федеральная государственная информационная система, сельское хозяйство, продовольственная безопасность.

THE ROLE OF THE FGIS IN ENSURING FOOD SECURITY IN THE AGRICULTURAL SECTOR

Belyakova A.Yu., Buzina T.S.

Irkutsk State Agricultural University, *Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia*

Food sovereignty and food security are a significant focus for government agencies and the public, as these aspects directly impact the sustainable development of the agricultural sector and the provision of high-quality food products to the population. The aim of this study is to provide a comprehensive overview of federal state information systems (FGIS) for food security in the agricultural sector, their role in optimizing management, monitoring, and control of agricultural product circulation.

The paper examines key FGIS systems: "Zerno," "Mercury," and "Saturn," each of which addresses specific challenges. The FGIS "Grain" provides accounting for the production, circulation, and storage of grain, including batch traceability, quality analysis, and integration with customs authorities for export. The FGIS "Mercury" is designed for veterinary control of

animal products, enabling lifecycle tracking from production to sale, mitigating the risk of disease and counterfeiting. The FGIS "Saturn" controls the circulation of pesticides and agrochemicals, monitoring their use, accounting for residues, and ensuring compliance with safety standards.

The FGIS "Seed Growing" is also being considered. The system is designed to account for the production, circulation, and use of agricultural seeds, ensuring traceability from variety testing to sale, integration with other FGIS, and combating counterfeiting. The study is based on an analysis of official data from Rosselkhoznadzor, implementation reports, and legislation.

Keywords: federal state information system, agriculture, food security.

Введение. Продовольственная безопасность является одной из ключевых задач современного общества. Цифровые технологии, включая Федеральные государственные информационные системы (ФГИС), играют важную роль в оптимизации процессов производства, хранения и распределения пищевых ресурсов. [2, 8, 11] В условиях глобальных вызовов, таких как изменение климатических условий, рост спроса на продовольствие и необходимость рационального использования природных ресурсов, цифровизация сельского хозяйства становится неотъемлемой частью развития агропромышленного комплекса [3, 15].

Федеральные государственные информационные системы охватили главные направления растениеводства и животноводства: учет земель и урожая, производство и закупку семян, применение СЗР и удобрений, прослеживаемость подконтрольных товаров. Для того чтобы аграрии активнее использовали эти цифровые инструменты все основные ФГИС: ФГИС «Зерно», ФГИС «Сатурн», ФГИС «Меркурий» и ФГИС «Семеноводство» — сделали обязательными.

В статье рассматриваются федеральные государственные информационные системы обеспечения продовольственной безопасности.

Цель работы: анализ роли цифровых технологий, в частности ФГИС, в обеспечении продовольственной безопасности сельскохозяйственной продукции. Научная новизна работы связана с обзором ФГИС для оценки особенностей и повышения эффективности их взаимодействия с сельскохозяйственными товаропроизводителями.

Материалы и методы. В работе использованы законодательные документы, материалы по функционированию ФГИС, их особенностям и развитию.

При подготовке статьи использован метод анализа и систематизации информации.

Основные результаты. Россельхознадзор (РСХН) инициировал цифровизацию агропромышленного комплекса (АПК) в России более 16 лет назад, в ответ на глобальные вызовы продовольственной безопасности, рост фальсификации продукции и необходимость повышения прозрачности цепочек поставок. Федеральные государственные информационные системы (ФГИС) стали ключевым инструментом для интеграции данных о производстве, хранении и обороте сельхозпродукции.

Внедрение началось с пилотных проектов в регионах, постепенно охватывая всю страну. К 2024 году системы обеспечивают прослеживаемость от поля до прилавка, снижая риски для здоровья и экономики. Ниже приведена хронология и детали внедрения четырех основных ФГИС: «Зерно», «Сатурн», «Меркурий» и «Семеноводство». Функции перечисленных ФГИС следующие:

- обеспечение прослеживаемости партий зерна и продуктов его переработки ФГИС "Зерно";
- обеспечение прослеживаемости продуктов животного происхождения ФГИС "Меркурий";
- прослеживаемость пестицидов и агрохимикатов на территории РФ ФГИС "Сатурн";
- обеспечение учета семян сельскохозяйственных растений при их производстве, хранении, транспортировке и реализации ФГИС "Семеноводство".

ФГИС «Зерно» предназначена для учета объемов партий зерна и продуктов его переработки в процессе обращения, а также для анализа, обработки предоставленных данных и информации, а также контроля их достоверности [5].

ФГИС «Зерно» обеспечивает реализацию следующих ключевых функций:

- фиксация данных о объемах зерна и продуктов его переработки.
- сбор, систематизация и обработка сведений о движении зерновой продукции, включая статистический анализ для выявления трендов и рисков.
- проверка подлинности предоставленной информации, предотвращение фальсификаций и несоответствий, с использованием автоматизированных механизмов верификации.
- обеспечение ведения информации о товаропроизводителях [5, 6, 7].

В таблице 1 представлены этапы внедрения ФГИС «Зерно».

Таблица 1 – Этапы внедрения системы ФГИС «Зерно»

1 этап	с 1 июля 2022 года	Предоставление в систему: - информации о партиях зерна для оформления СДИЗ при их перевозке и (или) реализации, приемке или отгрузке, в т.ч. при осуществлении государственного мониторинга, а также при ввозе на территорию РФ и вывозе с территории РФ; - сведения для включения в «реестр элеваторов».	Добровольное
2 этап	с 1 сентября 2022 года		Обязательное
3 этап	с 1 января 2023 года	Предоставление в систему информации о продуктах переработки зерна для оформления СДИЗ при их перевозке и (или) реализации, приемке или отгрузке, а также при ввозе на территорию РФ и вывозе с территории РФ	Добровольное
4 этап	с 1 марта 2023 года по н.в.		Обязательное

Перечень продукции, которую необходимо вносить в Федеральную государственную информационную систему прослеживаемости зерна и продуктов переработки зерна, отражён в ТР ТС 015/2011 «Технический регламент Таможенного союза. О безопасности зерна» и в Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25.09.2021 г. № 2682-р «О перечне продукции, произведенной в результате первичной и (или) последующей промышленной) переработки зерна» [14].

ФГИС «Сатурн» — это федеральная государственная информационная система, обеспечивающая прослеживаемость пестицидов и агрохимикатов на территории Российской Федерации. Она предназначена для учета удобрений и средств защиты растений (препаратов для борьбы с болезнями и вредителями сельхозпродукции), произведенных в России или импортированных из-за рубежа для продажи [12].

Система фиксирует каждое движение этих веществ на протяжении всего жизненного цикла:

- производство и импорт в РФ;
- транспортировка между участниками оборота;
- хранение;
- применение или реализация;
- утилизация, уничтожение, захоронение или обезвреживание.

Такая прослеживаемость способствует контролю качества, безопасности и рациональному использованию агрохимикатов, снижая риски для окружающей среды, здоровья потребителей и экосистем.

Во ФГИС «Сатурн» необходимо регистрироваться всем юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям, осуществляющим обращение пестицидов и агрохимикатов, которые внесены в Государственный каталог указанных средств, разрешенных к применению на территории России.

Эта обязанность установлена статьей 152 Федерального закона от 19.07.1997 № 109-ФЗ «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами». В целях обеспечения учета обращения данных веществ юрилица и ИП регистрируются в ФГИС «Сатурн» без взимания платы и представляют в систему достоверные и полные сведения и информацию, предусмотренные частью третьей настоящей статьи.

По состоянию на 20 февраля 2025 года в ФГИС «Сатурн» зарегистрировано более 73,6 тыс. хозяйствующих субъектов, имеющих во владении и пользовании порядка 1,4 млн объектов.

По итогам работы ФГИС «Сатурн» свыше 55,8 тыс. пользователей выполнили в системе более 60,4 млн операций [12].

ФГИС «Меркурий» — федеральная государственная информационная система прослеживаемости ветеринарных сопроводительных документов (ВСД) для продукции животного происхождения. Она обеспечивает контроль безопасности и качества на всех этапах оборота (производство, переработка, хранение, транспортировка, реализация). Внедрение системы проходило поэтапно с 2018 года под эгидой Россельхознадзора, с целью

перехода от бумажных ВСД к электронным и повышения прозрачности рынка [1, 4].

Этапы внедрения ФГИС «Меркурий».

1. Пилотный запуск (2018 год). Система была введена в эксплуатацию 1 июля 2018 года. Первоначально подключены пилотные регионы (Москва, Московская область, Санкт-Петербург и др.) и крупные предприятия. Это позволило протестировать функционал, выявить технические проблемы и обучить пользователей.

2. Расширение на федеральном уровне (2018–2019 годы). Постепенное подключение остальных регионов РФ. К концу 2019 года система стала обязательной для большинства субъектов, включая производителей, переработчиков и торговые сети. Введены требования к регистрации участников и оформлению электронных ВСД.

3. Полное обязательное внедрение (2020–2021 годы). С 1 июля 2020 года ФГИС «Меркурий» стала обязательной для всех хозяйствующих субъектов в сфере обращения подконтрольной продукции. К 2021 году все 85 регионов РФ были полностью интегрированы.

4. Оптимизация и развитие (2022–настоящее время). Внедрены улучшения, такие как автоматизация процессов, мобильное приложение «Меркурий», интеграция с ЕГАИС и расширение на новые категории продукции (например, мед, яйца). Регулярные обновления направлены на повышение эффективности и снижение нагрузки на пользователей.

К 2024 году зарегистрировано более 2 млн участников, оформлено свыше 1 млрд ВСД, что способствовало снижению рисков фальсификаций и улучшению продовольственной безопасности [1, 4].

ФГИС «Семеноводство» — федеральная государственная информационная система, предназначенная для учета производства, оборота и использования семян сельскохозяйственных растений. Она обеспечивает прослеживаемость семян на всех этапах жизненного цикла: от производства и сортоиспытания до реализации и использования. Система интегрирует данные о сортах, партиях семян, сертификатах качества и результатах фитосанитарного контроля, способствуя повышению качества семенного материала, борьбе с фальсификатами и укреплению продовольственной безопасности. ФГИС «Семеноводство» является логическим продолжением работы «Россельхозцентра», где уже реализована возможность онлайн-проверки подлинности сертификатов на семена, но теперь расширяет функционал на полный электронный учет и контроль [13].

Внедрение системы предусмотрено ст. 21 Федерального закона от 30.12.2021 № 454-ФЗ «О семеноводстве», который вводит требования к регистрации участников и оформлению электронных документов. Ниже представлены ключевые этапы внедрения:

1. Подготовка и разработка (2021–2022 годы). После принятия закона № 454-ФЗ началась разработка системы. Были определены требования к функционалу, интеграции с другими ФГИС (например, «Меркурий»,

«Сатурн» и «Зерно») и проведены пилотные тесты с участием регионов и предприятий.

2. Тестирование (февраль 2023 года). Стартовало тестирование ФГИС «Семеноводство» в пилотном режиме. Участники (производители, поставщики и контролирующие органы) могли регистрироваться, загружать данные и проверять работу модулей. Это позволило выявить и устранить технические недочеты, а также обучить пользователей.

3. Полноценный запуск (1 сентября 2023 года). Система стала обязательной для всех хозяйствующих субъектов в сфере семеноводства. Одновременно вступили в силу нормы закона № 454-ФЗ. К этому моменту были зарегистрированы тысячи участников, и начался массовый переход на электронные сертификаты и партии семян.

4. Развитие и оптимизация (2023–настоящее время). После запуска добавлены новые функции, такие как автоматизированная проверка соответствия сортов, интеграция с базами данных и мобильные приложения для удобства.

Заключение. Проведенный обзор федеральных государственных информационных систем, используемых в АПК, таких как «Зерно», «Меркурий», «Сатурн» и «Семеноводство» продемонстрировал их уникальные функции и вклад в оптимизацию управления, мониторинг и контроль за оборотом сельскохозяйственной продукции.

ФГИС «Зерно» обеспечивает надежный учет и прослеживаемость зерна, что значительно улучшает качество зерновых товаров и способствует более эффективному взаимодействию с таможенными органами. ФГИС «Меркурий» играет ключевую роль в ветеринарном контроле, что, в свою очередь, помогает минимизировать риски распространения заболеваний и повышает уровень безопасности продукции животного происхождения. Контроль за использованием пестицидов и агрохимикатов с помощью ФГИС «Сатурн» создает условия для соблюдения норм безопасности, что является критически важным для защиты здоровья потребителей и окружающей среды. Также, ФГИС «Семеноводство» обеспечивает прослеживаемость семян на всех этапах, что способствует борьбе с фальсификатами и улучшению качества сельскохозяйственных культур.

Эффективное внедрение и развитие данных информационных систем является необходимым условием для повышения продовольственной безопасности и устойчивого развития аграрного сектора.

Список литературы

1. Аверьянова О.С. ФГИС "Меркурий" как прогрессивный инструмент работы агропромышленного комплекса / О. С. Аверьянова, Т. С. Строева // Современные научные исследования и разработки. – 2018. – № 9(26). – С. 41-44.
2. Белякова А.Ю. Модели планирования производства продовольственной продукции в условиях неопределенности / А. Ю. Белякова, Т. С. Бузина // Инженерный вестник Дона. – 2022. – № 4(88). – С. 152-166.

3. Зубарева Ю.В. Цифровая трансформация АПК - как элемент устойчивого развития региона /Ю.В. Зубарева //International Agricultural Journal. 2021. Т. 64. № 5. – С. 229 – 243.

4. Икрамов Р.А. ФГИС "Меркурий" как элемент цифровизации предприятия торговли / Р. А. Икрамов, К. В. Ращевский, Е. А. Тимофеева // Неделя науки СПбПУ : Материалы научной конференции с международным участием. Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли., Санкт-Петербург, 19–24 ноября 2018 года. Том Часть 3. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2018. – С. 209-211.

5. Копейкин М.О. ФГИС "Зерно": обеспечение достоверного учёта зерна / М.О. Копейкин // Хлебопродукты. – 2025. – № 2. – С. 32-36. – DOI 10.32462/0235-2508-2025-34-2-32-36. .

6. Лукомец А.В. ФГИС "Зерно" как инструмент стратегического контроля бизнес-процессов на предприятии агропромышленного комплекса / А. В. Лукомец, Е. Ю. Макарская // Формирование и использование финансовой и управленческой информации в современных условиях развития экономики : Материалы Международной научно-практической конференции, Краснодар, 15–16 мая 2023 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. – С. 120-123.

7. Мельникова Е.О. ФГИС "Зерно" как способ контроля агропромышленного комплекса / Е. О. Мельникова, Н. Л. Лопаева // Научно-технологические разработки в области производства и переработки сельскохозяйственной продукции : Материалы круглого стола, Екатеринбург, 07 марта 2024 года. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2024. – С. 151-152.

8. Молод С.С. Роль цифровых технологий в обеспечении продовольственной безопасности: использование ФГИС в агропромышленном комплексе / С. С. Молод, В. Л. Ершов // Продовольственная безопасность - залог здоровья и долголетия : Материалы республиканской научно-практической конференции. Конференция посвященная реализации цели Национальной стратегии развития Республики Таджикистан по обеспечению продовольственной безопасности и объявлению 2022-2026 годов «Годами индустриального развития», Душанбе, 28 февраля 2025 года. – Душанбе: Технологический университет Таджикистана, 2025. – С. 76-79.

9. О создании больших объёмов данных для управления процессом получения продовольственной продукции в регионе /Иваньо Я.М., Петрова С.А., Асалханов П.Г. [и др.] //В сборнике: Актуальные вопросы инженерно-технического и технологического обеспечения АПК. Материалы IX Национальной научно-практической конференции с международным участием. – Молодёжный: Изд-во Иркутский ГАУ, 2021. - С. 167-176.

10. Развитие моделей планирования получения продовольственной продукции / М. Н. Барсукова, А. Ю. Белякова, Н. В. Бендинк [и др.] // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2018. – № 3(11). – С. 96-107. – DOI 10.25729/2413-0133-2018-3-11.

11. Тарасов В.И. Цифровая трансформация АПК: проблемы и перспективы / В.И. Тарасов, В.В. Ершов, Е.Д. Абрашкина //Экономика сельского хозяйства России. – 2020. – № 7. – С. 24-26.

12. ФГИС «Сатурн»: Современный подход к прослеживаемости пестицидов и агрохимикатов | Главное | Россельхознадзор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fsvps.gov.ru/news/fgis-saturn-sovremennyj-podhod-k-proslezhivaemosti-pesticidov-i-agrohimikatov>.

13. ФГИС «Семеноводство» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mcx.gov.ru/ministry/departments/departament-seleksii-i-semenovodstva/industry-information/info-fgis-semenovodstvo>.

14. Хайретдинов Р.Х. О федеральной государственной системе прослеживаемости зерна ФГИС «Зерно» / Р.Х. Хайретдинов // Хлебопродукты. – 2021. – № 10. – С. 18-19.
15. Цифровые технологии в аграрном производстве и образовании: монография /Иваньо Я.М., Асалханов П.Г., Барсукова М.Н. и [др.]. – п. Молодежный: Изд-во Иркутский ГАУ, 2022. – 126 с.
16. Юдин А.А. Методические основы планирования государственного регулирования цифровизации АПК / А.А. Юдин, Т.В. Тарабукина // Московский экономический журнал. – 2022. – 10. – С. 274-287.

УДК 338.2: 378.1:631.1

ФЕДЕРАЛЬНЫЕ И ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В РАЗВИТИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ОБРАЗОВАНИЯ

Белякова А.Ю., Бузина Т.С., Иваньо Я.М.

Иркутский государственный аграрный университет, п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

Для получения объективных статистических данных о состоянии различных отраслей сельского хозяйства и возможности принятия эффективных управленческих решений в стране созданы федеральные и государственные информационные системы, связанные с деятельностью сельскохозяйственных товаропроизводителей. Кратко описаны федеральные государственные информационные системы: (ФГИС) «Зерно», «Меркурий» и «Сатурн», которые оптимизируют управление аграрным сектором, обеспечивают мониторинг продукции и контролируют оборот агрохимикатов. Рассматривается также ФГИС «Семеноводство», функционирующая с 2023 года с целью учета семян сельскохозяйственных растений. Кроме того, проанализированы федеральные и государственные информационные системы для взаимодействия с образовательными учреждениями по вопросам мониторинга образовательного процесса, приема абитуриентов, выдачи дипломов выпускникам, трудоустройству, аттестации профессорско-преподавательского состава и другим направлениям. Статья акцентирует внимание на важность интеграции информационных технологий в различные отрасли для достижения устойчивого развития и повышения качества предоставляемых услуг.

Ключевые слова: федеральная и государственная информационная система, сельское хозяйство, образование.

FEDERAL AND STATE INFORMATION SYSTEMS IN THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE AND EDUCATION

Belyakova A.Yu., Buzina T.S., Ivanyo Ya.M.

Irkutsk State Agricultural University, Molodezhny settlement, Irkutsk District, Irkutsk Region, Russia

To obtain objective statistical data on the state of various agricultural sectors and to enable effective management decisions, federal and state information systems related to the activities of agricultural producers have been created in the country. This article briefly describes the federal state information systems (FSIS) "Grain," "Mercury," and "Saturn," which optimize agricultural sector management, ensure product monitoring, and control the circulation

of agrochemicals. The FSIS "Seed Production," which has been operational since 2023 and is used to track agricultural seeds, is also discussed. In addition, federal and state information systems for interaction with educational institutions on issues related to monitoring the educational process, admissions, diploma issuance, employment, faculty certification, and other areas were analyzed. The article emphasizes the importance of integrating information technology across various sectors to achieve sustainable development and improve the quality of services provided.

Keywords: federal and state information systems, agriculture, education.

Введение. Согласно Федеральному закону «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» от 27 июля 2006 года (№ 149-ФЗ) государственная информационная система – это информационная система федерального или регионального уровня, созданная для реализации полномочий государственных органов и обеспечения обмена информацией между этими органами, а также в иных, установленных федеральными законами, целях. Таким образом, государственные информационные системы (ГИС) делятся на федеральные и региональные. Первые из них (ФИС) создаются на основании федерального закона или акта федерального государственного органа.

Государственные и федеральные информационные системы взаимодействуют с информационными системами предприятий, научно-исследовательских институтов и образовательных учреждений, являются одним из аспектов цифровой трансформации агропромышленного комплекса [3, 10].

В статье рассматриваются государственные и федеральные информационные системы по взаимодействию с предприятиями и образовательными организациями, связанными с сельским хозяйством, что имеет значение для решения управленческих региональных задач [2, 9, 12] с обработкой больших объемов данных [8].

Целью работы является краткий обзор функционирования государственных (ГИС) и федеральных информационных систем (ФИС) по взаимодействию с сельскохозяйственными товаропроизводителями и аграрными вузами для увеличения полноты статистической информации и повышения эффективности управленческих решений.

Научная новизна работы связана с обзором ГИС, ФИС и ФГИС для оценки особенностей и повышения эффективности их взаимодействия с сельскохозяйственными товаропроизводителями и аграрными вузами.

Материалы и методы. В работе использованы законодательные документы, материалы по функционированию ГИС, ФИС и ФГИС, их особенностям и развитию. Приведены примеры взаимодействия этих систем с информационными системами вуза.

При подготовке статьи использован метод анализа и систематизации информации.

Основные результаты. В большинстве аграрных вузов сохранились опытные хозяйства, в которых налажено производство продукции с использованием инновационных разработок. В частности, специализация

Иркутского ГАУ связана с семеноводством картофеля и зерновых культур, а также мясным животноводством. Интеграционные процессы касаются укрепления и расширения связей образования, науки и производства. Поэтому обзор ГИС, ФИС и ФГИС по взаимодействию с университетом актуален.

Одна из первых государственных информационных систем была внедрена Министерством сельского хозяйства Российской Федерации в 2012 году для электронного учета работы с зарубежными растительными продуктами. В 2022 году отрасль пережила новую волну трансформации - запуск двух новых государственных систем. Введены также обязательства по электронному отчету о продаже, производстве и транспортировке агрохимикатов, пестицидов и зерна.

В 2023 году контроль над продукцией сельскохозяйственного сектора стал еще более строгим. Теперь производители, занимающиеся переработкой зерна, обязаны представлять отчеты о своей деятельности Министерству сельского хозяйства Российской Федерации. Такие же обязательства появились у селекционеров.

Рассмотрим ФИС, внедренные в сельском хозяйстве (рисунок).

Федеральная информационная система (ФИС) в сельском хозяйстве предназначена для оптимизации управления аграрным сектором, повышения эффективности производства и обеспечения устойчивого развития сельских территорий.

Федеральная государственная информационная система (ФГИС) "Зерно" [5-7, 11] играет ключевую роль в обеспечении мониторинга партий зерна и продуктов его переработки. Эта система позволяет отслеживать каждую партию зерна на всех этапах — от производства до переработки и реализации. Система обеспечивает регистрацию всех партий зерна и переработанных продуктов, отслеживает движение зерна и его продуктов на всех этапах цепочки поставок.

ФГИС «Меркурий» — федеральная государственная информационная система в области ветеринарии, которая помогает Россельхознадзору контролировать движение подконтрольной продукции между предприятиями [1,4]. Производитель животноводческой продукции, продавец и компания-покупатель знают все о продукте, который к ним поступает. Список подконтрольной продукции, на которую оформляют ВСД, установил Минсельхоз России приказом № 648 от 18.12.2015 г.

В целях мониторинга учета партий пестицидов и агрохимикатов и их обращения, Россельхознадзором создана Федеральная государственная информационная система (ФГИС «Сатурн»). Во ФГИС «Сатурн» необходимо регистрироваться всем юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям, осуществляющим обращение пестицидов и агрохимикатов, которые внесены в Государственный каталог указанных средств, разрешенных к применению на территории России. По состоянию на 20 февраля 2025 года в ФГИС «Сатурн» зарегистрировано более 73,6 тыс.

хозяйствующих субъектов, имеющих во владении и пользовании порядка 1,4 млн объектов.

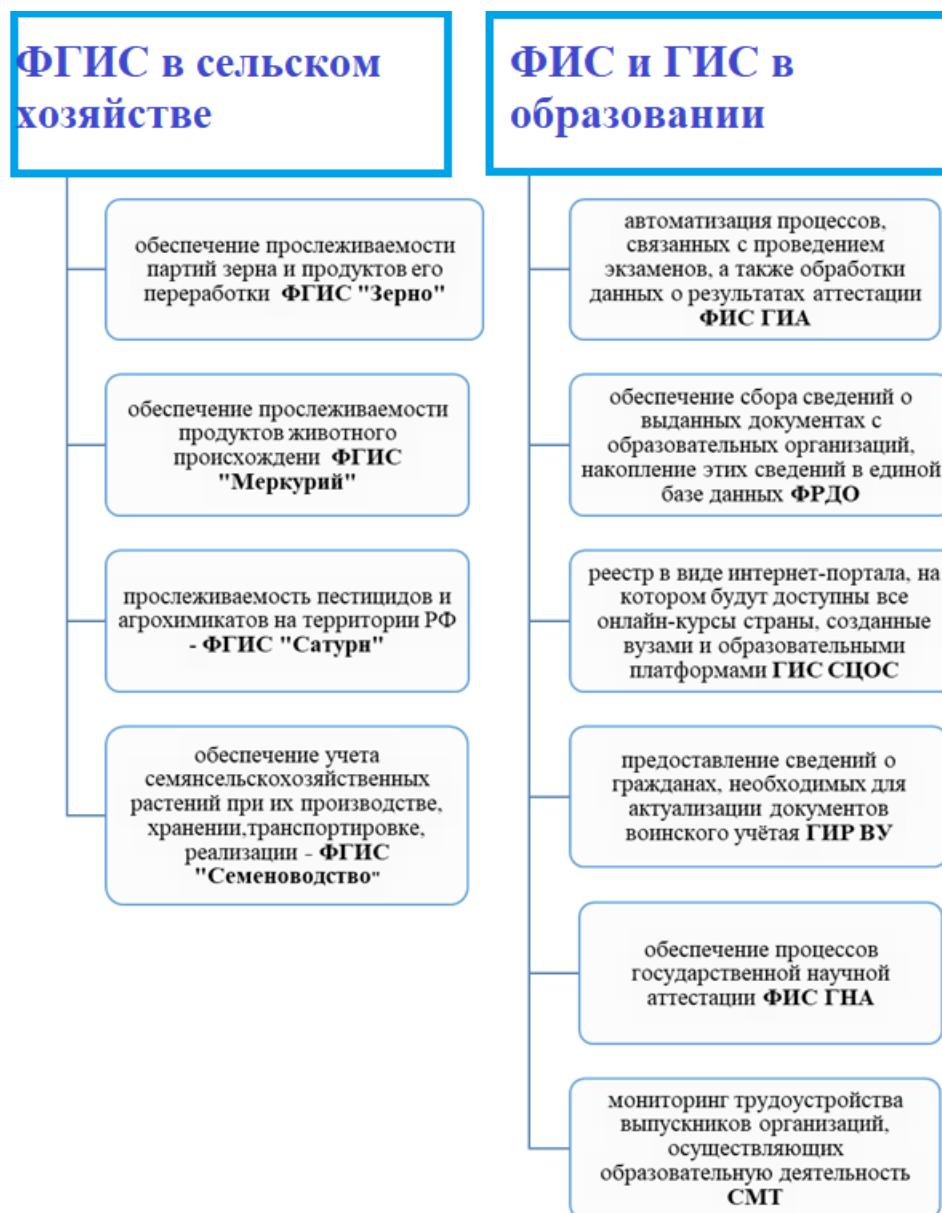


Рисунок – Функции, выполняемые ФИС и ГИС

С 1 сентября 2023 года к действующим ФГИС «Меркурий», ФГИС «Сатурн» и ФГИС «Зерно» добавится Федеральная государственная информационная система в области семеноводства сельскохозяйственных растений «Семеноводство». Система предназначена для обеспечения учета семян сельскохозяйственных растений при их производстве, хранении, транспортировке, реализации, использовании, а также осуществления анализа, обработки представленных сведений и контроля над достоверностью таких сведений.

Целью создания ФГИС «Семеноводство» является упорядочение и контроль оборота семян на внутреннем рынке, а также при экспорте и импорте. Система обеспечит мониторинг семенного материала от поля

оригинатора до конечного потребителя — сельскохозяйственного товаропроизводителя.

Перечисленные системы играют ключевую роль в оптимизации управления аграрным сектором, обеспечении продовольственной безопасности и поддержании устойчивого развития сельских территорий. Однако, как и любые информационные системы, они требуют доработки для улучшения взаимодействия с хозяйствами, переработчиками продукции в направлении упрощения, оперативности исправления недостатков, согласования запросов с быстро изменяющимися законодательными и нормативными документами. Большое значение при этом имеет обучение товаропроизводителей работе с этими системами на уровне дополнительного профессионального образования. Кроме того, образовательные программы должны содержать дисциплину или разделы дисциплин по ГИС, ФИС и ФГИС.

Федеральные информационные системы охватывают не только сельское хозяйство, но и множество других сфер, включая образование. В последние годы разработаны и внедрены государственные и федеральные информационные системы, которые способствуют улучшению управления и повышению эффективности в решении задач мониторинга учебного процесса, приема абитуриентов, выдачи дипломов об образовании, создании электронных зачетных книжек и студенческих билетов и др.

В образовании действуют следующие государственные системы.

1. Федеральная информационная система государственной итоговой аттестации (ФИС ГИА) — это важный инструмент, который обеспечивает организацию, проведение и контроль процесса государственной итоговой аттестации в России. К основным аспектам ФИС ГИА относятся:

- автоматизация процессов, связанных с проведением экзаменов, а также сбор, хранение и обработка данных о результатах аттестации, что обеспечивает прозрачность и доступность информации для всех участников процесса;
- управление данными о выпускниках, экзаменах, результатах и других аспектах аттестации;
- поддержание использования электронных форматов для проведения экзаменов;
- предоставление аналитических инструментов, позволяющих образовательным учреждениям анализировать результаты аттестации, выявлять тенденции и принимать обоснованные решения для улучшения образовательного процесса.

2. Федеральный реестр сведений о документах об образовании. Целями создания ФРДО являются:

- ликвидация оборота поддельных документов государственного образца об образовании;
- обеспечение ведомств и работодателей достоверной информацией о квалификации претендентов на трудоустройство;

– сокращение числа нарушений и коррупции в образовательных учреждениях;

– повышение качества образования за счет обеспечения общественности достоверной информацией о выпускниках.

3. Государственная информационная система «Современная цифровая образовательная среда» (ГИС СЦОС).

Система обеспечивает выполнение следующих задач:

– формирование и ведение реестра онлайн-курсов, реализуемых различными образовательными организациями, порядок формирования которых устанавливается Министерством науки и высшего образования Российской Федерации;

– интеграция с образовательными платформами и информационными системами образовательных организаций, а также организация централизованного учета результатов обучения на онлайн-курсах;

– учет образовательных программ высшего образования и образовательных программ дополнительного профессионального образования и результатов их освоения (при их прохождении).

4. Государственный информационный ресурс воинского учета – ГИР ВУ. Он предназначен для обеспечения актуальности и достоверности сведений о гражданах, которые необходимы для ведения воинского учёта и выполнения обязательств перед государством. Система ГИР ВУ аккумулирует сведения о гражданах, включая информацию о призывае, службе, а также об освобождении от военной службы. Она позволяет своевременно обновлять данные, что помогает поддерживать точность воинского учёта и предотвращать ошибки.

5. ФИС ГНА предназначена для решения задач по присуждению учёных степеней, присвоению учёных званий, лишению и восстановлению учёных степеней и учёных званий. Выделим некоторые функции ФИС ГНА:

– отправка аттестационных дел соискателей учёной степени в Высшую аттестационную комиссию;

– планирование деятельности диссертационного совета;

– прямая связь с Высшей аттестационной комиссией и Министерством образования и науки Российской Федерации;

– приём ходатайств и выдача разрешений на создание диссертационных советов;

– контроль и надзор за деятельностью диссертационных и учёных советов в части присвоения учёных званий работникам образовательных и научных учреждений и др.

6. Мониторинг трудоустройства выпускников организаций, осуществляющих образовательную деятельность СМТ, предназначен для получения информации о трудоустройстве выпускников, которое учитывается органами государственной власти и органами местного самоуправления, учредителями образовательных организаций при установлении контрольных цифр приема на обучение за счет бюджетных

ассигнований федерального бюджета, бюджетов субъектов Российской Федерации и местных бюджетов и при оценке эффективности деятельности таких организаций.

Взаимодействие вуза с перечисленными ГИС и ФИС показали необходимость совершенствования систем по согласованию их требований, законодательных и нормативных документов. Системы должны развиваться в плане защиты информации. Требует доработки оперативная связь государственных и федеральных систем с информационными системами университета. Не всегда своевременно вуз получает информацию, каким образом могут быть устранины ошибки. Между тем использование ГИС и ФИС способствует улучшению работы вуза по учету и обработке данных и минимизации ошибок, а также развитию цифровых технологий.

Заключение. Рассмотрены государственные и федеральные информационные системы, используемые в сельском хозяйстве, которые являются актуальными для аграрных вузов, располагающих опытными хозяйствами и малыми инновационными предприятиями.

Проанализированы государственные и федеральные информационные системы по взаимодействию с вузами по образовательной деятельности и выделены их недостатки.

Создание и ввод в эксплуатацию новых ГИС и ФИС требует проведения с товаропроизводителями и учащимися занятий в рамках реализации образовательных и дополнительных образовательных программ.

Список литературы

1. Аверьянова О.С. ФГИС "Меркурий" как прогрессивный инструмент работы агропромышленного комплекса / О. С. Аверьянова, Т. С. Строева // Современные научные исследования и разработки. – 2018. – № 9(26). – С. 41-44.
2. Белякова А.Ю. Модели планирования производства продовольственной продукции в условиях неопределенности / А. Ю. Белякова, Т. С. Бузина // Инженерный вестник Дона. – 2022. – № 4(88). – С. 152-166.
3. Зубарева Ю.В. Цифровая трансформация АПК - как элемент устойчивого развития региона /Ю.В. Зубарева //International Agricultural Journal. 2021. Т. 64. № 5. – С. 229 – 243.
4. Икрамов Р.А. ФГИС "Меркурий" как элемент цифровизации предприятия торговли / Р. А. Икрамов, К. В. Рашевский, Е. А. Тимофеева // Неделя науки СПбПУ : Материалы научной конференции с международным участием. Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли., Санкт-Петербург, 19–24 ноября 2018 года. Том Часть 3. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2018. – С. 209-211.
5. Копейкин М.О. ФГИС «Зерно»: обеспечение достоверного учёта зерна / М.О. Копейкин // Хлебопродукты. – 2025. – № 2. – С. 32-36. – DOI 10.32462/0235-2508-2025-34-2-32-36. .
6. Лукомец А.В. ФГИС "Зерно" как инструмент стратегического контроля бизнес-процессов на предприятии агропромышленного комплекса / А. В. Лукомец, Е. Ю. Макарская // Формирование и использование финансовой и управленческой информации в современных условиях развития экономики : Материалы Международной научно-практической конференции, Краснодар, 15–16 мая 2023 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. – С. 120-123.

7. Мельникова Е.О. ФГИС "Зерно" как способ контроля агропромышленного комплекса / Е. О. Мельникова, Н. Л. Лопаева // Научно-технологические разработки в области производства и переработки сельскохозяйственной продукции : Материалы круглого стола, Екатеринбург, 07 марта 2024 года. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2024. – С. 151-152.
8. Овчинникова В.В. Мониторинг и контроль подконтрольных товаров ФГИС Меркурий / В. В. Овчинникова // Инновационная наука. – 2022. – № 12-2. – С. 140-142.
9. Развитие моделей планирования получения продовольственной продукции / М. Н. Барсукова, А. Ю. Белякова, Н. В. Бендин [и др.] // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2018. – № 3(11). – С. 96-107. – DOI 10.25729/2413-0133-2018-3-11.
10. Тимофеева Г.В. Цифровая трансформация информационной инфраструктуры АПК как инновационный фактор перехода к "умному" сельскому хозяйству / Н. Н. Макарова, Г. В. Тимофеева // Вестник НГУЭУ. – 2021. – № 4. – С. 195-204. – DOI 10.34020/2073-6495-2021-4-195-204.
11. Хайретдинов Р.Х. О федеральной государственной системе прослеживаемости зерна ФГИС «Зерно» / Р.Х. Хайретдинов // Хлебопродукты. – 2021. – № 10. – С. 18-19.
12. Цифровые технологии в аграрном производстве и образовании: монография /Иваньо Я.М., Асалханов П.Г., Барсукова М.Н. и [др.]. – п. Молодежный: Изд-во Иркутский ГАУ, 2022. – 126 с.

УДК 004.4: 631/635

О РАЗРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛАСТИЧНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ КУЛЬТУРЫ ДЛЯ ПОСЕВА НА ТЕРРИТОРИИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Бендин Н.В., Котляров В.Е.

*Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия*

Разработка информационной системы определения пластичной сельскохозяйственной культуры актуальна для Иркутской области, где климатические условия и агроландшафтные районы существенно влияют на выбор культур и сортов. Система, основанная на алгоритме градиентного бустинга, автоматизирует процесс выбора, учитывая множество факторов: биологические особенности культур, состояние почвы, условия освещения и ухода. Это позволяет повысить точность рекомендаций и снизить риски ошибок. Система будет полезна агрономам при принятии обоснованных решений при выборе культур и сортов для посева.

Ключевые слова: информационная система, сельскохозяйственная культура, база данных, посев, машинное обучение.

ON THE DEVELOPMENT OF AN INFORMATION SYSTEM FOR DETERMINING PLASTIC AGRICULTURAL CROP FOR SOWING IN THE IRKUTSK REGION

Bendik N.V., Kotlyarov V.E.

*Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky, Molodezhny, Irkutsk district,
Irkutsk region, Russia*

The development of an information system for determining the preferred crop is relevant for the Irkutsk region, where climatic conditions and agrolandscape areas significantly affect the choice of crops and varieties. The system, based on the gradient boosting algorithm, automates the selection process, taking into account many factors: biological characteristics of crops, soil condition, lighting and care conditions. This allows you to increase the accuracy of recommendations and reduce the risk of errors. The following tasks are defined for the project implementation: data collection, database design, model development and training, creation of client and server parts of a web application. PostgreSQL was chosen as the DBMS, and the XGBoost library was used to train the model, providing high performance and accuracy of predictions. The system will be useful to agronomists, helping them make informed decisions when choosing crops and varieties for sowing.

Keywords: information system, agricultural culture, database, seeding, machine learning.

Актуальность разработки информационной системы определения пластичной сельскохозяйственной культуры обусловлена необходимостью учета множества факторов, влияющих на успешный рост сельскохозяйственных культур, таких как биологические особенности культуры, состояние почвы, условия освещения и ухода [1,6,7,8 и др.]. Пластичные сельскохозяйственные культуры – это растения, которые хорошо адаптируются к различным условиям окружающей среды и могут успешно выращиваться в широком диапазоне климатических зон и почв. Использование алгоритмов машинного обучения, в частности градиентного бустинга, позволяет автоматизировать процесс выбора следующей культуры и соответствующего ей сорта, обеспечивая повышение точности рекомендаций и снижение рисков ошибок [4, 5].

Выращивание сельскохозяйственных культур в Иркутской области имеет ряд особенностей, обусловленных климатическими условиями региона. Климат Иркутской области характеризуется резко-континентальными особенностями: здесь наблюдаются значительные перепады температур, зимой осадков выпадает мало, летом же они становятся более обильными, а безморозный период весьма непродолжителен.

Кроме того, при определении пластичной сельскохозяйственной культуры для определенного района в Иркутской области необходимо учитывать агроландшафтные районы (северный приленский таежно-подтаежный, средне-ангарский таежно-подтаежный, северо-западный подтаежно-таёжный, центральный лесостепной, юго-восточный лесостепной, Боханско-Осинский лесостепной, Балаганско-Нукутский остеиненный и Усть-Ордынско-Баяндаевский остеиненно-лесостепной) [9].

В начале весны верхние слои почвы быстро оттаивают, тогда как нижние горизонты остаются холодными и медленно прогреваются. Это приводит к замедленному росту лугопастбищной растительности, озимой ржи и многолетних трав. Во второй половине весны почва прогревается значительно быстрее, что способствует интенсивному отрастанию лугопастбищных трав и активному росту озимой ржи [9].

Таким образом, целью данной работы является разработка информационной системы определения пластичной сельскохозяйственной

культуры для посева. Разработка информационной системы является актуальной для Иркутской области, поскольку позволит агрономам определять виды культур и сорта для посадки исходя из характерных для данной области климатических условий и агроландшафтных районов.

Для реализации данной работы определены следующие задачи:

- 1) сбор данных и проектирование базы данных;
- 2) разработка и обучение модели;
- 3) разработка клиентской и серверной частей web-приложения.

При подготовке к посеву и посадке важно учитывать ряд ключевых факторов, обеспечивающих успешный рост растений. Во-первых, следует выбрать подходящее время года, соответствующее биологическим особенностям культуры. Например, теплолюбивые растения лучше высаживать весной, когда минует угроза заморозков. Во-вторых, качество почвы играет решающую роль: почва должна быть плодородной, рыхлой и хорошо дренированной. Перед посадкой рекомендуется провести анализ почвы на содержание питательных веществ и кислотность, чтобы внести необходимые удобрения и скорректировать pH [2].

Кроме того, выбор места для выращивания имеет большое значение. Поэтому необходимо определить агроландшафтный район и тип почвы поля. Растениям необходим достаточный уровень освещенности, поэтому лучше их располагать на открытых участках, защищенных от сильных ветров. Важно также соблюдать расстояние между растениями, чтобы обеспечить каждому достаточно пространства для роста и развития корневой системы. Также необходимо проработать схему чередования сельскохозяйственных культур. Помимо этого, правильный уход включает регулярный полив, прополку сорняков и защиту от вредителей и болезней, что способствует повышению урожайности и улучшению качества плодов [9].

Из-за большого количества влияющих факторов подбор пластичной сельскохозяйственной культуры и сорта для посева может быть затруднен. Для решения данной проблемы предлагается использовать алгоритмы машинного обучения, чтобы определить наиболее подходящие вид и сорт культуры.

Наиболее подходящим является алгоритм градиентного бустинга. Данный алгоритм машинного обучения, основан на ансамблевых алгоритмах, где последовательно обучаются слабые модели (обычно деревья решений), каждая последующая модель пытается исправить ошибки предыдущей. Основной принцип заключается в минимизации выбранной функции потерь путем добавления новых моделей, которые уменьшают остаточную ошибку предыдущих. Этот процесс повторяется многократно, постепенно улучшая общую точность предсказания. Градиентный бустинг эффективен в задачах классификации и регрессии благодаря своей способности работать с различными типами данных и учитывать сложные нелинейные зависимости между признаками [3].

Несмотря на все плюсы, градиентный бустинг требует внимательного подхода к выбору гиперпараметров и предотвращению переобучения. Важно

правильно настроить количество деревьев, глубину каждого дерева, скорость обучения и другие параметры, чтобы добиться оптимальной производительности модели. Правильная настройка этих параметров может значительно повысить точность предсказаний и общую эффективность алгоритма.

Для разрабатываемой информационной системы определены параметры для двух моделей. Для модели определения культуры необходимы следующие параметры: культура, урожайность, агроландшафтный район, тип почвы, средняя температура, средняя влажность, предшественник, Ph, фосфор, калий, азот. После обучения на данных параметрах модель будет классифицировать сельскохозяйственную культуру, которую предпочтительнее высаживать.

Параметры, необходимые для обучения второй модели: сорт, агроландшафтный район, средняя температура, средняя влажность, тип почвы, Ph, фосфор, калий, азот. Один из входных параметров для второй модели «Культура» берётся из первой. Данная модель будет позволять классифицировать какой сорт необходимо высаживать при данных параметрах.

С учетом анализа предметной области спроектирована модель данных в графическом редакторе Microsoft Visio, которая содержит 7 таблиц: вид культуры, культура, сорт, почва, агроландшафтный район, район, погода (рис. 1).

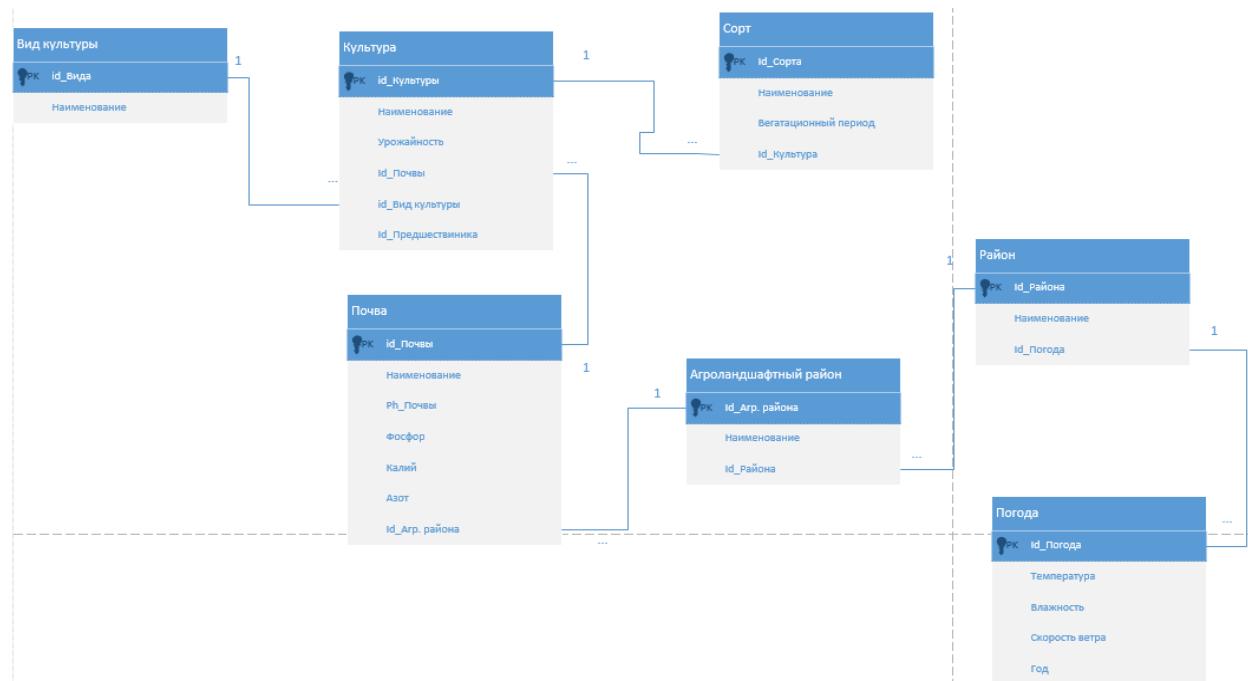


Рисунок 1 – Инфологическая модель данных

На основе модели данных разрабатывается база данных для хранения параметров обучения модели. В качестве СУБД выбрана PostgreSQL. Данная СУБД отличается высокой производительностью и поддерживает широкий спектр типов данных, включая JSON и геопространственные данные.

Возможность тонкой настройки и расширяемость делают PostgreSQL идеальным выбором для проектов с высокими требованиями к безопасности и производительности.

Источниками данных для заполнения базы данных являются: данные государственного земельного кадастра; документация сельскохозяйственных организаций; государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию; сайты погоды гидрометцентров.

Помимо этого, разработан прототип интерфейса для приложения с использованием графического онлайн-редактор Figma (рис. 2).

Для обучения модели будет использоваться свободно распространяемая библиотека машинного обучения XGBoost.

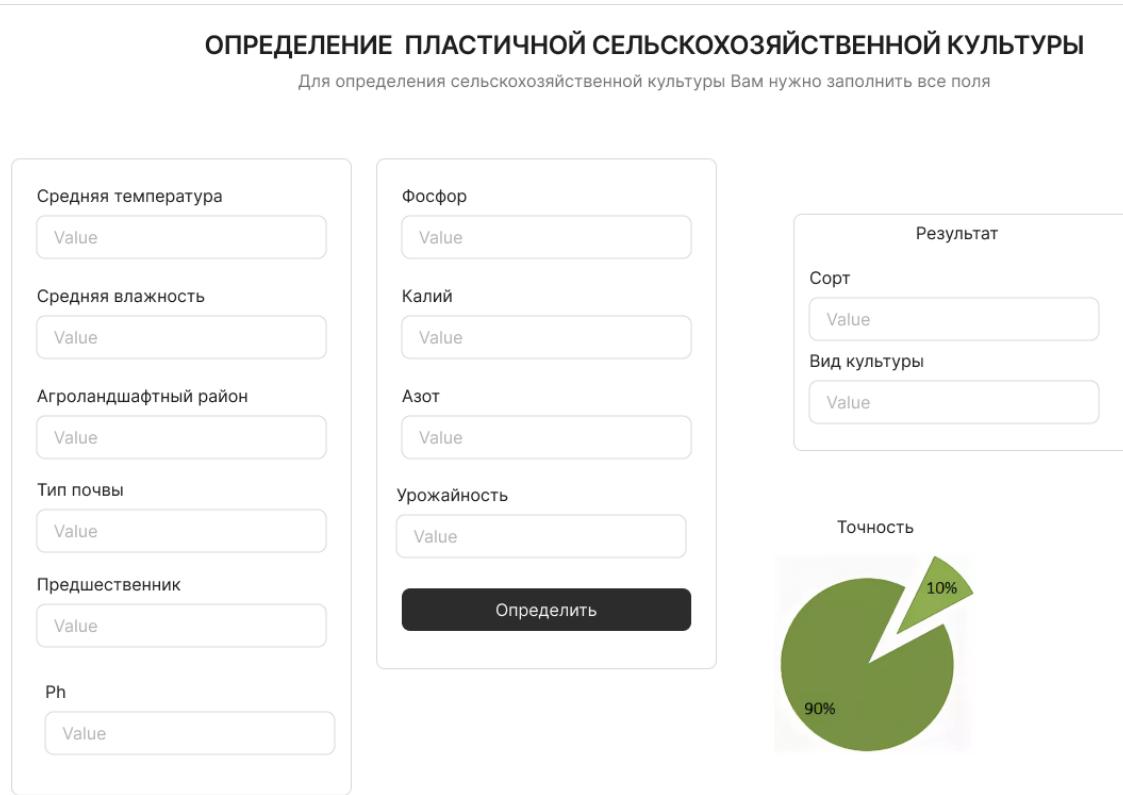


Рисунок 2 – Прототип интерфейса информационной системы

Библиотека XGBoost — это мощный инструмент для решения задач машинного обучения, которая выбрана исходя из следующих причин:

- 1) высокая производительность (обеспечивает высокую скорость обучения и предсказания);
- 2) эффективность алгоритма (алгоритм градиентного бустинга, позволяет строить модели с высокой точностью и устойчивостью к переобучению);
- 3) поддержка различных типов задач (подходит как для задач классификации, так и для регрессии);
- 4) регуляризация (встроенные методы регуляризации помогают избежать переобучения и улучшить обобщающую способность модели);

5) параллельная обработка (возможность параллельной обработки данных на нескольких ядрах процессора значительно ускоряет обучение модели);

6) поддержка разреженных данных (эффективно работает с разреженными матрицами, что полезно при работе с данными, содержащими много нулевых значений);

7) простота использования и широкая поддержка сообществом.

Информационную систему предполагается разработать в виде web-приложения с использованием фреймворка Django. Django — это мощный и популярный фреймворк для разработки веб-приложений на языке Python. Он предоставляет разработчикам множество встроенных инструментов и библиотек, что значительно ускоряет процесс создания приложений. Фреймворк также обеспечивает высокий уровень безопасности, защищая приложения от распространенных уязвимостей, таких как SQL-инъекции и XSS-атаки. Кроме того, Django поддерживает масштабируемость и производительность.

С помощью разрабатываемой системы пользователи будут вносить необходимые параметры и в качестве результата им будет рекомендоваться вид культуры и сорт.

Таким образом, использование информационной системы на основе алгоритмов машинного обучения обеспечит аграриям точные рекомендации по выбору культур и сортов, повысив эффективность сельского хозяйства и снизив риски ошибочных решений. Разработанная система упростит процесс подготовки к посевам, учитывая множество важных факторов, таких как свойства почвы, климатические условия и требования к конкретным сельскохозяйственным культурам.

Список литературы

1. Асалханов П. Г. Применение интеллектуальных технологий в сельском хозяйстве / П. Г. Асалханов, Н. В. Бендин // Комплексное развитие сельских территорий : Материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию со дня рождения Почетного работника высшего профессионального образования РФ, кандидата экономических наук, профессора Зверева Александра Федоровича, Иркутск, 14 сентября 2022 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2022. – С. 20-25.

2. Бахмудов Р. Б. Земледелие : учебно-методическое пособие / Р. Б. Бахмудов, Д. А. Футкарадзе, Н. А. Цыганова. — Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2024. — 119 с.

3. Котельников Е. В. Введение в машинное обучение и анализ данных : учебное пособие / Е. В. Котельников, А. В. Котельникова. — Киров : ВятГУ, 2023. — 68 с.

4. Котляров В. Е. Применение машинного обучения в сельском хозяйстве / В. Е. Котляров, Н. В. Бендин // Актуальные вопросы энергетики и техники в АПК : Материалы заочной научно-практической конференции, посвященной 55-летию Энергетического факультета Иркутского ГАУ, п. Молодежный, 12 декабря 2024 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2024. – С. 59-60.

5. Ликнина А.В. Использование моделей машинного обучения при решении задач в отрасли органического сельского хозяйства / А.В. Ликнина, В.Д. Елсуков, А.А. Тришин // Вестник ВГУИТ. 2023. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-modeley->

mashinnogo-obucheniya-pri-reshenii-zadach-v-otrasli-organicheskogo-selskogo-hozyaystva
(дата обращения: 9.10.2025).

6. Мониторинг данных об аграрном производстве для моделирования управленческих решений / Н. В. Бендинк, А. О. Замараев, Я. М. Иваньо, А. В. Спесивцев // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2025. – № 2(38). – С. 158-169. – DOI 10.25729/ESI.2025.38.2.013.

7. Мырзатаев С.М. Разработка информационной системы для решения задачи оптимального размещения сельскохозяйственных культур / С.М. Мырзатаев // Бюллетень науки и практики. 2021. №10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-informatsionnoy-sistemy-dlya-resheniya-zadachi-optimalnogo-razmescheniya-selskohozyaystvennyh-kultur> (дата обращения: 12.10.2025).

8. Полковская М.Н. О подходах к оценке риска производства растениеводческой продукции / М.Н. Полковская, О.А. Лабейко // Инновационные технологии производства конкурентоспособной, экологически безопасной продукции животноводства: Материалы международной научно-практической конференции, Чита, 25 апреля 2024 года. – Чита: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2024. – С. 417-423.

9. Солодун В. И. Агроландшафтное районирование Иркутской области: Учебно-методическое пособие. – Иркутск: Изд-во ИрГАУ им. А. А. Ежевского, 2017. – 215 с.

УДК 004.422.833

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА В TRASSIR

Бузина Т.С., Кочергин М.А.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

В статье представлена разработка и внедрение программного модуля для оптимизации процесса мониторинга в системе видеонаблюдения TRASSIR. Основной задачей модуля является автоматический вывод на экран только тех камер, в поле зрения которых зафиксировано движение. В работе рассмотрены архитектура и принципы функционирования TRASSIR, этапы проектирования и реализации модуля, а также результаты его тестирования. Проведён анализ преимуществ и недостатков системы, описаны технические особенности внедрения и перспективы дальнейшего развития

Ключевые слова: TRASSIR, видеонаблюдение, модуль, аналитика, детекция движения.

DEVELOPMENT OF A SOFTWARE MODULE FOR OPTIMIZING MONITORING IN TRASSIR

Buzina T.S., Kochergin M.A.

Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky, *Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia*

The article presents the development and implementation of a software module to optimize the monitoring process in the TRASSIR video surveillance system. The main task of

the module is to automatically display only those cameras in whose field of view motion is detected. The paper examines the architecture and principles of TRASSIR's operation, the stages of module design and implementation, as well as the results of its testing. The advantages and disadvantages of the system are analyzed, the technical features of the implementation and the prospects for further development are described.

Keywords: TRASSIR, video surveillance, module, analytics, motion detection.

Системы видеонаблюдения в последние десятилетия стали неотъемлемой частью информационной безопасности предприятий и организаций. Изначально они использовались исключительно для записи видео, однако современные комплексы интегрируют технологии компьютерного зрения, аналитики и искусственного интеллекта. Одним из таких решений является программный комплекс TRASSIR компании DSSL [3].

С ростом количества камер и объема информации перед операторами возникает проблема избыточности данных: одновременно наблюдать десятки камер становится неэффективно. При этом оператору необходимо не только наблюдать за происходящим в режиме реального времени, но и оперативно реагировать на события, представляющие потенциальную угрозу безопасности.

Одной из ключевых проблем таких систем остаётся избыточность визуальной информации. Постоянный контроль десятков или сотен видеопотоков приводит к снижению внимания оператора и увеличению вероятности пропуска важных событий. Автоматизация процессов наблюдения, включая интеллектуальное выделение активных камер, является актуальным направлением повышения эффективности систем безопасности [1, 2].

Для решения этой задачи предлагается внедрение модуля, который выводит только активные камеры – где в текущий момент зафиксировано движение.

Развитие систем видеонаблюдения прошло путь от аналоговых камер с магнитными носителями до полностью цифровых решений, использующих сетевые технологии и облачные вычисления. Программное обеспечение TRASSIR появилось в начале 2000-х годов и стало одной из первых отечественных платформ, предлагающих комплексный подход: от записи видео до интеллектуальной аналитики. Сегодня TRASSIR занимает лидирующие позиции на российском рынке и активно используется в банковской сфере, торговле, промышленности и государственных структурах.

TRASSIR представляет собой многофункциональный программный комплекс для видеонаблюдения, который объединяет серверные функции для записи и хранения видео, клиентские приложения для управления и просмотра, расширенные аналитические модули (включая распознавание лиц и подсчет посетителей), а также предоставляет широкие возможности для интеграции через API и SDK.

Система поддерживает масштабируемость: от небольших сетей видеонаблюдения до распределенных структур с тысячами камер.

На рынке видеонаблюдения существует множество программных решений. Среди наиболее популярных зарубежных продуктов можно выделить: Milestone, Axxon Next, Ivideon, HikCentral [4].

TRASSIR представляет собой комплексное решение, объединяющее в себе серверную часть для записи и хранения видео, клиентские приложения, а также широкий набор аналитических модулей. Главным преимуществом системы является её комплексность. Весь цикл — от получения видеопотока до интеллектуального анализа и предоставления отчетности — реализован в рамках одного продукта.

Важным достоинством является глубокая интеграция с оборудованием: TRASSIR поддерживает большинство популярных моделей IP-камер, сетевых видеорегистраторов и периферийных устройств, что обеспечивает гибкость при построении инфраструктуры.

Кроме того, TRASSIR активно развивается: ежегодно появляются новые модули аналитики (распознавание лиц и автомобильных номеров, подсчет посетителей, контроль кассовых операций, аналитика поведения и др.). Это делает систему универсальной и позволяет адаптировать её под разные сценарии — от небольшого офиса до распределённых промышленных объектов [6].

Существенным плюсом является и локализация продукта: интерфейс, документация и техническая поддержка ориентированы на российских пользователей. Это особенно важно в условиях, когда многие зарубежные решения ограничены или недоступны. Локальная поддержка сокращает время реакции на проблемы и облегчает внедрение.

Несмотря на значительные преимущества, система имеет ряд особенностей, которые могут рассматриваться как ограничения.

1. Стоимость: внедрение TRASSIR может быть дороже по сравнению с рядом зарубежных и особенно облачных решений, таких как Ivideon [7].

2. Закрытая архитектура ядра: хотя продукт имеет SDK и Script API, основные механизмы остаются закрытыми, что ограничивает возможности глубокой кастомизации [9].

3. Зависимость от лицензий: для подключения новых функций и модулей требуется приобретение дополнительных лицензий, что увеличивает стоимость владения.

4. Аппаратные требования: при работе с большим количеством камер система предъявляет высокие требования к серверному оборудованию, что может привести к дополнительным расходам.

5. Сложность настройки: для корректной работы аналитических модулей требуется достаточно высокая квалификация персонала, а процесс внедрения может быть трудоемким.

На рисунке 1 представлена обобщённая схема архитектуры комплекса, включающая четыре основных компонента: Server (сервер), который принимает, обрабатывает и хранит видеопотоки, а также управляет подключёнными устройствами; Database (база данных), предназначенную для хранения конфигураций, видеозаписей и аналитических данных; Client

(клиент) — интерфейс оператора, обеспечивающий доступ к настройкам, видеопотокам и аналитике; и Analytics Modules (аналитические модули), реализующие функции интеллектуального анализа видео, такие как детекция движения, распознавание лиц и подсчёт посетителей [5].

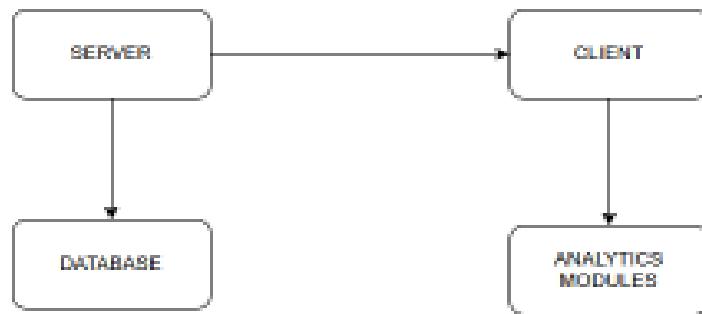


Рисунок 1 – Схема архитектуры TRASSIR

Несмотря на указанные ограничения, функциональные возможности TRASSIR позволяют реализовывать собственные решения для расширения системы. Одним из таких решений является разработанный модуль, предназначенный для автоматического вывода на экран камер с зафиксированным движением.

Назначение модуля: автоматический вывод на экран камер, в поле зрения которых зафиксировано движение.

Функционал:

- обработка событий детекции движения, поступающих от серверной части TRASSIR;
- выбор камер с активными событиями;
- отображение на экране только этих камер;
- возможность настройки чувствительности и времени отображения.

Техническая реализация:

- использование SDK/Script API TRASSIR (поддерживается Python и встроенный скриптовый язык) [9];
- подключение к событиям аналитики детектора движения;
- динамическое обновление раскладки экранов в клиенте.

Для обмена данными между модулем и основной системой использовался встроенный API TRASSIR, который поддерживает вызовы функций через сетевые интерфейсы и внутренние скрипты. Это позволило реализовать модуль в виде дополнительного скрипта без необходимости изменения базовой архитектуры комплекса.

Алгоритм работы модуля заключается в следующем: после получения данных от детектора движения выполняется проверка заданных условий, включая порог чувствительности и зону активности. На основе результатов проверки формируется список активных камер, после чего модуль

отправляет клиенту TRASSIR команду на изменение раскладки. В завершение активные камеры отображаются на весь монитор, что позволяет оптимизировать наблюдение.

Этапы внедрения модуля включают проектирование, в ходе которого определяется логика работы и интерфейс; реализацию, предполагающую написание скрипта на Python с использованием SDK; тестирование на сервере с несколькими камерами; развертывание на рабочем сервере видеонаблюдения; а также адаптацию под реальные условия, включая настройку чувствительности датчика движения и времени удержания камеры на экране [6]. На рисунке 2 представлен фрагмент кода с выводом тревожного монитора.

```
am_manager = AlarmMonitorManager(  
    AM_ALARM_TEMPLATE,  
    am_type,  
    AM_MAX_CHANS,  
    display_duration=AM_DISPLAY_DURATION,  
    no_motion_check=AM_NO_MOTION_CHECK,  
    delay_before_assign=1500,  
    channels_for_same_cell=channels_for_same_cell,  
    all_displays=all_displays,  
    current_time_archive=CURRENT_TIME_ARCHIVE,
```

Рисунок 2 – Фрагмент кода для вывода тревожного монитора

Модуль был протестирован на стенде, включающем 20 IP-камер. В ходе тестирования проводилась оценка времени реакции системы, корректность работы и правильность определения, стабильности работы и удобства для операторов. На рисунке 3 отображается всплывающее уведомление на обнаружение модулем движения в кадре.

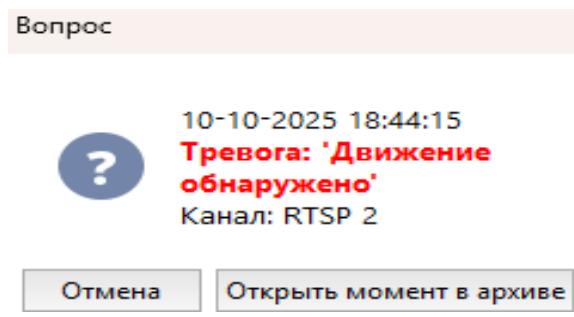


Рисунок 3 – Реакция системы на движение

Результаты:

- среднее время реакции на событие движения – менее 1 секунды;
- корректное отображение камер с активностью в 100% случаев;
- снижение нагрузки на операторов на 40%, так как они наблюдают только за активными зонами;
- снижение нагрузки на оператора: внимание сосредотачивается только на активных событиях;
- ускорение реакции на инциденты;
- экономия вычислительных ресурсов;

– масштабируемость: модуль можно адаптировать для любых объектов с большим количеством камер.

В будущем модуль может быть дополнен рядом функций, включая автоматическое ранжирование событий по приоритету, интеграцию с системами оповещения (email, SMS, мессенджеры), сохранение видеофрагментов при обнаружении движения, а также применение нейросетевых алгоритмов для снижения количества ложных срабатываний, например при движении животных или изменении освещения.

Заключение. Разработанный модуль для TRASSIR существенно повышает эффективность системы видеонаблюдения, автоматизируя процесс выбора камер с движением. Проведённые тесты показали снижение нагрузки на операторов и увеличение скорости реакции на инциденты.

Практическое внедрение данного решения демонстрирует потенциал интеграции интеллектуальных модулей в существующие системы видеомониторинга. Использование подхода, основанного на автоматическом анализе событий, позволяет повысить информативность системы, уменьшить количество ложных срабатываний и сократить время принятия решений оператором.

Кроме того, подобные модули могут быть применены не только в системах безопасности, но и в смежных областях — например, в управлении потоками посетителей, автоматизации производственных процессов, системах «умного города» и Интернета вещей. Перспективы дальнейшего развития связаны с применением методов машинного обучения для анализа поведения объектов и интеграцией с внешними аналитическими платформами.

Список литературы

1. Замараев А.О. Мониторинг взаимодействия и отказоустойчивости компьютеров с помощью программных продуктов AIDA64 и 1С: Предприятие / А. О. Замараев, В. А. Мельников, Т. С. Бузина // Научные исследования и разработки к внедрению в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 90-летию Иркутского ГАУ, п. Молодежный, 14–15 марта 2024 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2024. – С. 111-115.
2. Krakovskiy Ю.М. Моделирование системы обслуживания и ремонта информационно-коммуникационного оборудования / Ю. М. Krakovskiy, Ю. Н. Шишкин // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. - 2022. - № 3. - С. 5-14.
3. Официальная документация DSSL Trassir [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.trassir.com/> (дата обращения: 01.10.2025).
4. Системы видеонаблюдения: обзор и современные тенденции // Журнал «Технологии безопасности». – 2024.
5. Структура архитектуры Trassir [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://confluence.trassir.com/> (дата обращения: 03.10.2025).
6. Техническое руководство по настройке аналитических модулей Trassir [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.trassir.com/support/> (дата обращения: 03.10.2025).

7. Ivideon – облачное видеонаблюдение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ivideon.com/> (дата обращения: 03.10.2025).

8. Milestone Systems: официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.milestonesys.com/> (дата обращения: 03.10.2025).

9. Trassir SDK Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dssl.ru/support/sdk/> (дата обращения: 04.10.2025).

УДК 004.032.26:631.527

РАЗРАБОТКА ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ИНФЕКЦИЙ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ НА ПОЛЯХ

Горбенко Л.В., Бондаренко А.Ю., Литвинов В.Н.

Донской государственный технический университет, *Ростов-на-Дону, Россия*

В статье рассматривается наиболее быстрый и автоматизированный путь решения проблемы неконтролируемого распространения сорных растений и инфекционных заболеваний сельскохозяйственных культур в современном агропромышленном комплексе.

Ключевые слова: CNN, YOLO, Keras, TensorFlow, сорная растительность, агропромышленный комплекс, сельскохозяйственные культуры.

DEVELOPMENT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR RECOGNITION OF WEEDS AND INFECTIONS OF CULTIVATED PLANTS IN FIELDS

Gorbenko L.V., Bondarenko A.Yu., Litvinov V.N.

Donskoy State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

The article considers the fastest and most automated way to solve the problem of uncontrolled spread of weeds and infectious diseases of crops in the modern agro-industrial complex.

Keywords: CNN, YOLO, Keras, TensorFlow, weeds, agro-industrial complex, agricultural crops.

Введение. Целью данной работы является разработка гибридного программного решения для автоматического обнаружения и классификации. Этот подход основан на комбинации двух моделей: сверточной нейронной сети (CNN) для точной классификации видов сорняков и типов болезней по симптомам, и модели детекции объектов YOLO для их локализации в реальном времени.

Такой гибридный подход позволяет создать универсальный инструмент, который решает две ключевые задачи одновременно: оперативное обнаружение нежелательной растительности и диагностику фитосанитарного состояния культурных посевов [5].

Научная значимость заключается в разработке инновационной двухэтапной архитектуры, комбинирующей преимущества моделей

детекции (YOLO) и классификации (CNN). Предложенная методология эффективно решает сложную задачу одновременного распознавания множества близких классов — различных видов сорных растений и заболеваний культурных растений [1, 2]. Важным научным достижением является реализация механизма адаптивного обучения, позволяющего легко дообучать модель на новые виды угроз простым добавлением данных в датасет. Использование современных практик обучения обеспечивает воспроизводимость результатов и задает новые стандарты в разработке систем компьютерного зрения для сельского хозяйства.

Практическая значимость работы определяется созданием готового к внедрению инструмента для решения двух ключевых проблем агропромышленности — распространения сорняков и инфекционных заболеваний растений [5]. Система автоматизирует мониторинг сельскохозяйственных угодий с применением дронов или спецтехники. Это обеспечивает оперативное выявление сорняков и признаков болезней на начальных этапах, а также создание геопривязанной базы данных. Собранная информация позволяет анализировать динамику распространения проблемных зон и строить точные прогнозы по состоянию полей.

Основная часть. Традиционные методы мониторинга полей, основанные на визуальном осмотре, являются крайне трудоемкими и зачастую не позволяют оперативно выявить очаг проблемы на ранней стадии. Если вовремя не заметить и пропустить мимо сорную растительность или признак заболевания на начальном этапе, то недуг распространится по всей аграрной территории.

You Only Look Once (YOLO) — это фундаментальная модель отслеживания объектов в реальном времени в области компьютерного зрения. Сама суть YOLO заключается в анализе изображения за один проход, модель может быть трекером для нахождения сорного растения на карте.

В основе модели YOLO лежит сверточная нейронная сеть (CNN), которая является важнейшим элементом для решения задачи детекции. Сверточные слои эффективно позволяют разделить изображение от низкоуровневых признаков до высокоуровневых особенностей, что позволяет различить сорняк от культурного растения и больное от здорового. Принцип работы YOLO заключается в анализе изображения в один шаг. Изображение делится на квадратную сетку, где CNN выводит вероятность определяемого нами класса, после чего выбираются ячейки с вероятностью класса выше установленного значения для определения объекта на изображении [4].

Реализация способа распознавания проблемной растительности и сбора базы данных разделена на два этапа. На первом этапе формируется датасет на основе фотографий культурных растений, сорняков и заболеваний. На втором — отрабатывается рабочий цикл сортировки данных в полевых условиях.

Для повышения качества датасета планируется дополнить его снимками с экспериментальных участков, что позволит повысить точность последующего анализа и обогатить базу данных. После развертывания в реальных условиях модель не только решает основную задачу — обнаружение сорняков и болезней, — но и продолжает непрерывно обучаться и совершенствоваться.

На сельскохозяйственную технику установлена камера к вычислительному устройству, которое может захватывать изображение и проводить дальнейшие работы в реальном времени. YOLO на основе первоначального обучения и поступающих изображений проводит анализ и передает координаты на компьютер.

Для реализации проекта была использована современная и эффективная технологическая связка Keras+TensorFlow, которая представляет собой наиболее популярный и удобный инструмент для быстрой разработки и экспериментирования с нейронными сетями.

TensorFlow выступил в качестве низкоуровневого фреймворка, обеспечивающего высокоэффективные вычисления на различных аппаратных платформах (CPU, GPU, TPU), автоматическое дифференцирование (градиентный спуск) для обучения моделей, высокооптимизированные математические операции (свертки, матричные умножения) и комплексные инструменты для промышленного развертывания (TensorFlow Serving, TensorFlow Lite, TensorFlow.js).

Keras был использован как высокоуровневый API, предоставивший интуитивно понятные «строительные» блоки (слои, модели, оптимизаторы), возможность создания сложных архитектур из нескольких строк кода по принципу конструктора, абстракцию от сложных низкоуровневых деталей TensorFlow, а также удобные инструменты для работы с данными (ImageDataGenerator), обучения (model.fit()), оценки и предсказания.

Важно отметить, что начиная с версии TensorFlow 2.x, Keras был полностью интегрирован в качестве основного высокоуровневого API (tf.keras), что создало единый удобный инструмент для разработки.

В рамках проекта было реализовано гибридное решение, которое сочетает в себе возможности потоковой обработки данных в реальном времени и пакетной обработки для решения комплексных задач. Данный подход позволяет:

- обеспечивать быстрое реагирование на обнаруженные угрозы в реальном времени;
- поддерживать высокую точность анализа через глубокую обработку данных;
- объединять результаты для формирования полной картины состояния посевов;

Принцип работы системы организован на двух уровнях: потоковый слой, осуществляющий обработку данных в реальном времени, и пакетный слой, обеспечивающий комплексный углубленный анализ. Эти слои работают параллельно: потоковый слой обеспечивает немедленные

результаты, а пакетный слой гарантирует точность через глубокий анализ с последующим объединением результатов для формирования целостной картины.

Датасет хранится в папке с названием `plant_dataset`, в ней три класса: `disease_type1` (заболевания растений), `healthy` (здоровые растения), `weed_type` (сорные растения), в каждом классе должно быть минимум 20 изображений для работы нейронной сети. В идеале необходимо создать больше классов и добавить тысячи изображений в каждую, но для примера работы можно обойтись и этим [1, 2].

Далее добавляем на рабочий стол любое изображение поля или растения с названием `test_field`. Это изображение в дальнейшем будет обрабатываться.

При запуске кода на первом этапе происходит детекция YOLO: изображение `test_field` разбивается на сетку, каждая клетка которой отвечает за свой участок картинки, а нейросеть предсказывает, есть ли внутри клетки объект (часть объекта), прописывает координаты рамки, где именно находится объект, и указывает, к какому классу он относится. На втором этапе каждый обнаруженный объект кадрируется и передается на вход сверточной нейронной сети (CNN), реализованной на TensorFlow/Keras, для точной классификации его типа [3]. Такой подход сочетает высокую скорость детекции YOLO с точностью классификации CNN, обеспечивая надежное решение для задач точного земледелия.

Инициализация загружает предобученную модель YOLO из файла. Модель способна детектировать широкий класс объектов "растение" без привязки к конкретным видам. Детекция использует метод `predict` для обработки изображения, возвращает объект `sv.Detections` из библиотеки `supervision`, содержащий координаты рамок, уверенность и другие метаданные.

Извлечение регионов — критически важная функция, которая итерирует по координатам рамок и с помощью операции среза NumPy (`image[y1:y2, x1:x2]`) вырезает каждый обнаруженный объект в отдельное изображение для последующей классификации.

Процесс решения поставленной цели работает по схеме "Обнаружить => Выделить => Классифицировать => Визуализировать":

1. Обнаружение (Detection): входное изображение обрабатывается моделью YOLO для нахождения ограничивающих рамок всех объектов.

2. Извлечение регионов (Region Extraction): на основе координат от YOLO исходное изображение разбивается на множество меньших изображений, каждое из которых содержит один обнаруженный объект.

3. Классификация (Classification): каждый вырезанный регион масштабируется и подается на вход обученной CNN, которая присваивает ему класс и оценивает уверенность предсказания.

4. Визуализация результатов (Visualization & Analysis): исходное изображение аннотируется цветными рамками и подписями, отражающими результат классификации. Строится отчет с легендой и статистикой.

Этот подход эффективно решает проблему, когда один объект детекции (растение) может принадлежать к нескольким классам, что сложно реализовать в рамках одной модели детекции в реальных условиях.

Используется функция потерь `sparse_categorical_crossentropy`, что позволяет использовать целочисленные метки (0, 1, 2), экономя память. Применяются callback-функции: `ModelCheckpoint` (сохранение лучшей модели), `EarlyStopping` (остановка обучения при отсутствии улучшений) и `ReduceLROnPlateau` (автоматическое снижение темпа обучения), что является современной практикой для стабильного и эффективного обучения. Обученная модель применяется к каждому вырезанному региону. Результат — это класс с наивысшей вероятностью и значение уверенности.

Встроенный программный комплекс содержит ряд вспомогательных функций. Функция `plot_training_history` строит графики точности (accuracy) и потерь (loss) (рисунок 1) на тренировочном и валидационном наборах данных, что необходимо для диагностики качества процесса обучения и оценки пере-/недообучения нейронной сети.

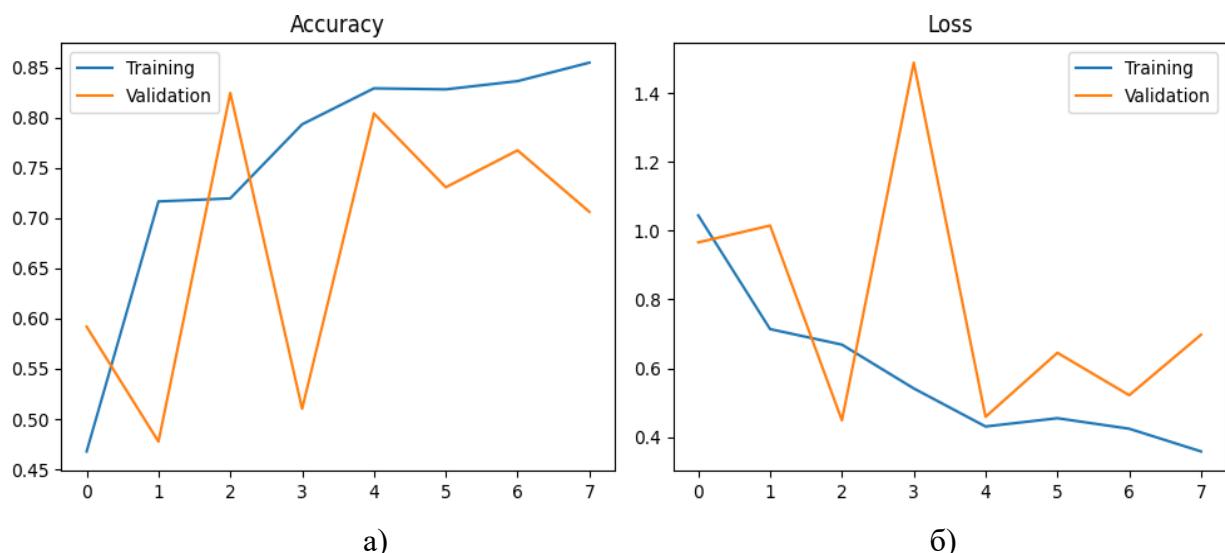


Рисунок 1 – Графики точности (а) и потерь (б) при обучении нейронной сети

На левом графике синяя линия (training) обозначает точность (accuracy) на обучающем наборе данных, которые модель видит и обучается на них, а оранжевая (validation) — точность на проверочном наборе данных, что является ключевым показателем способности модели к обобщению. Обе линии стабильно растут на протяжении эпох, проверочная точность почти догоняет обучающую и достигает значения 0.85. Разрыв между ними мал, что свидетельствует о приемлемом качестве модели.

График (б) показывает величину ошибки модели (loss). Чем меньше значение, тем лучше модель минимизирует эту функцию. Здесь синяя линия (training) показывает потери на обучающих данных, а оранжевая (validation) — потери на проверочных данных. Обе линии плавно снижаются и идут близко друг к другу, что указывает на сбалансированное обучение.

Функция `draw_detection_results` рисует на исходном изображении цветные рамки (цвет зависит от класса) и подписи с уверенностью предсказания; функция `show_detection_result` создает информативную панель с помощью библиотеки `matplotlib`, объединяя изображение с результатами и текстовую легенду с детализацией (рисунок 2), где:

- `weed_type1: 37.42%` — это предсказание нейронной сети для одного обнаруженного объекта, модель уверена на 37.42%, что в выделенной области находится объект класса `weed_type1`;
- легенда показывает типы распознаваемых моделью классов: `healthy` (здоровое растение), `weed_type1` (сорняк), `disease_type1` (болезнь);
- “обнаружено объектов: 8” означает, что модель нашла на изображении 8 отдельных областей, которые она классифицировала как целевые объекты. Ниже указан список уверенности по каждому из объектов;
- низкая уверенность (37-43%) говорит о том, что модель не очень уверена в своих предсказаниях. Такой результат требует обязательной проверки экспертом, а сама модель может быть улучшена путем расширения датасета и переобучения.

Результаты анализа



Рисунок 2 – Результаты анализа изображения

В решении поставленной задачи используется скорость и универсальность YOLO для локализации объектов и точность кастомной CNN для их классификации, что превосходит монолитные архитектуры по точности на специфичных задачах.

В отличие от "черного ящика", система предоставляет визуально аннотированные результаты и оценку уверенности, что крайне важно для агрономов при принятии решений.

Классификатор можно переобучить на новые виды сорняков или болезней, просто добавив новые данные в соответствующие папки без необходимости переобучать или изменять модель детекции.

Также код включает проверенные методы, позволяющие модели учиться качественно и избегать ошибок, что свидетельствует о надежном подходе к разработке ML-моделей.

Разработанное в исследовании гибридное решение на основе нейронных сетей обладает существенной научной новизной и практической ценностью для современного агропромышленного комплекса.

Заключение. В результате проведенного исследования была успешно достигнута поставленная цель по созданию нейронной сети для решения двух ключевых задач агропромышленного комплекса — обнаружения сорной растительности и диагностики заболеваний сельскохозяйственных культур. Разработанная гибридная схема, сочетающая модель детекции YOLO и классификационную сверточную нейронную сеть на платформе TensorFlow/Keras, продемонстрировала высокую эффективность в решении комплексной задачи одновременного распознавания множества биологических угроз. Ее двухэтапная гибридная архитектура, реализующая принцип разделения обязанностей между детектором и классификатором, является научно обоснованным и практически применимым подходом для решения сложных задач компьютерного зрения в сельском хозяйстве.

Список литературы

1. Адхината Ф.В., Сумихарто Р. Комплексное исследование классификации сорняков и сельскохозяйственных культур с использованием машинного и глубокого обучения. Искусственный интеллект в сельском хозяйстве. // – URL: <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2024.06.005> (дата обращения: 06.09.2025)
2. Данг Ф., Чен Д., Лу И. и Ли З. YOLOWeeds: новый эталон детекторов объектов YOLO для многоклассового обнаружения сорняков в системах производства хлопка. Comput. Electron. Agric., 205, 107655. // – URL: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.107655> (дата обращения: 28.08.2025)
3. Наглядно о том, как работает сверточная нейронная сеть // – URL: <https://habr.com/ru/companies/skillfactory/articles/565232/> (дата обращения: 19.08.2025)
4. Панков Р. YOLO object detection: как нейросеть распознает объекты в реальном времени // – URL: <https://timeweb.cloud/blog/yolo-neyroset-obnaruzhenie-obektov> (дата обращения: 17.09.2025)
5. Партель В., Какарла С. и Ампатзидис Й. Разработка и оценка недорогой и интеллектуальной технологии точной борьбы с сорняками с использованием искусственного интеллекта. Comput. Electron. Agric., 157, 339–350. // – URL: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.12.048> (дата обращения: 28.08.2025)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ STATISTICA ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

^{1,2}Грачева Н.Н., ¹Пономарева Н.Е.

¹Азово–Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, г.Зерноград,
Ростовская область, Россия

²Донской Государственный технический университет, Ростов–на–Дону, Россия

В статье рассмотрен пример использования программы Statistica при проведении регрессионного анализа результатов исследования дозы воздействия ультрафиолетового излучения (УФ) излучения и длины волны на длину ростков, энергию прорастания и всхожесть пшеницы «Зерноградка-9». Проведён анализ полученных математических моделей. Применение программы Statistica уменьшает трудоёмкость обработки результатов экспериментальных исследований, позволяет выявить значимые факторы, оказывающие влияние на результирующие признаки. Для удобства анализа полученных зависимостей, выявления оптимальных параметров целесообразно использовать контурные графики функций отклика.

Ключевые слова: результирующие и факториальные признаки, регрессионный анализ, уравнение регрессии, качество регрессионной модели

USING APPLICATION SOFTWARE FOR SOLVING PROBLEMS IN AGRICULTURE

^{1,2}Gracheva N.N., ¹Ponomareva N.E.

¹Azov-black sea engineering Institute FGBOU VO Donskoy GAU, Zernograd, Rostov region,
Russia

²Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

The article considers an example of using the Statistica program when conducting a regression analysis of the results of a study of the dose of UV radiation and wavelength on the length of sprouts, germination energy and germination of wheat "Zernogradka-9". The analysis of the obtained mathematical models is carried out. The use of the Statistica program reduces the complexity of processing the results of experimental studies, allows you to identify significant factors that affect the resulting feature. For the convenience of analyzing the obtained dependencies and identifying optimal parameters, it is advisable to use contour graphs of response functions.

Keywords: resultant and factorial features, regression analysis, regression equation, regression model quality

Фотоэнергетические методы в технологиях предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур отличаются эффективностью, технологичностью. Результирующими признаками, характеризующими посевные качества семян, в первую очередь являются энергия прорастания и всхожесть. Также к таким признакам относят среднюю длину ростков и корешков, среднее количество корешков. Установить взаимосвязь между

результатирующими и факториальными признаками позволяет регрессионный анализ.

Не всегда очевидно, какие факторы воздействия оказывают влияние на тот или иной результатирующий признак, и каков характер такого влияния. Регрессионный анализ результатов исследований позволяет: определить общий вид функции, проанализировать структуру функции, вычислить коэффициенты уравнения регрессии и оценить их значимость, выполнить оценку адекватности, качества регрессионной модели [1,2,3].

Рассмотрим применение регрессионного анализа с использованием программы Statistica на примере анализа результатов исследования дозы воздействия УФ излучения и длины волны на длину ростков, энергию прорастания и всхожесть пшеницы «Зерноградка-9». Результаты исследований приведены в таблице 1, результаты регрессионного анализа на рисунке 1.

Таблица 1 – Результаты исследований влияния УФ излучения на длину ростков, энергию прорастания и всхожесть пшеницы «Зерноградка-9» [4]

Факториальные признаки		Результатирующие признаки		
Доза воздействия ES, Вт·с/м ²	Длина волны L, нм	Длина ростков DR, мм	Энергия прорастания EP, %	Всхожесть VS, %
24	248	76,45	41,00	69,00
24	280	61,87	43,50	70,30
24	302	76,90	54,00	75,75
24	313	88,47	69,00	84,75
48	248	68,07	43,00	70,00
48	280	50,5	43,50	72,60
48	302	83,02	60,50	76,75
48	313	91,74	71,75	85,50
72	248	75,50	63,10	82,30
72	280	75,10	68,50	83,00
72	302	85,90	78,00	86,50
72	313	92,00	85,00	91,30
96	248	77,17	59,25	75,00
96	280	61,78	61,25	77,00
96	302	86,78	61,25	82,30
96	313	92,80	77,00	84,50
120	248	75,00	57,75	75,00
120	280	65,70	60,25	75,25
120	302	70,61	60,00	78,00
120	313	93,47	76,75	83,00

Оценка значимости коэффициентов регрессии выполняется по критерию Стьюдента. Для каждого коэффициента уравнения регрессии сравниваются вычисленные критерии Стьюдента (рисунок 1, таблица 2) с табличным значением критерия для степени свободы $df_v=15$ и уровня значимости $\alpha = 5\%$. В этом случае $t_{05}(15)=2,132$ [1].

Regression Summary for Dependent Variable: DR (data.sta)							
MULTIPLE REGRESS.	R= ,89765111 RI= ,80577752 Adjusted RI= ,75398486 F(4,15)=15,558 p<,000003 Std.Error of estimate: 5,9381						
	N=20	BETA	St. Err. of BETA	B	St. Err. of B	t(15)	p-level
Intercept				1412,716	233,6634	6,04595	,000022
ES	,7572	,588133		,260	,2022	1,28739	,217469
L	-21,1902	3,576050		-9,961	1,6810	-5,92559	,000028
V1**2	-,6872	,588133		-,002	,0014	-1,16841	,260876
V2**2	21,7509	3,576050		,018	,0030	6,08239	,000021

a

Regression Summary for Dependent Variable: EP (data.sta)							
MULTIPLE REGRESS.	R= ,88753196 RI= ,78771297 Adjusted RI= ,73110310 F(4,15)=13,915 p<,00006 Std.Error of estimate: 6,5160						
	N=20	BETA	St. Err. of BETA	B	St. Err. of B	t(15)	p-level
Intercept				656,9508	256,4049	2,56216	,021669
ES	2,14752	,614876		,7749	,2219	3,49260	,003273
L	-9,77953	3,738656		-4,8252	1,8446	-2,61579	,019477
V1**2	-1,79314	,614876		-,0044	,0015	-2,91625	,010638
V2**2	10,42248	3,738656		,0092	,0033	2,78776	,013796

б

Regression Summary for Dependent Variable: VS (data.sta)							
MULTIPLE REGRESS.	R= ,88181091 RI= ,77759048 Adjusted RI= ,71828128 F(4,15)=13,111 p<,00009 Std.Error of estimate: 3,2922						
	N=20	BETA	St. Err. of BETA	B	St. Err. of B	t(15)	p-level
Intercept				360,8540	129,5475	2,78550	,013859
ES	2,41482	,629365		,4301	,1121	3,83692	,001617
L	-9,45475	3,826753		-2,3027	,9320	-2,47070	,025963
V1**2	-2,24168	,629365		-,0027	,0008	-3,56180	,002840
V2**2	10,12267	3,826753		,0044	,0017	2,64524	,018365

в

Рисунок 1 – Результаты регрессионного анализа экспериментальных данных влияния параметров, характеризующих обработку семян ультрафиолетовым излучением на посевные качества семян: а – результаты регрессионного анализа зависимости $DR=f(ES,L)$, б – результаты регрессионного анализа зависимости $EP=f(ES,L)$; в – результаты регрессионного анализа зависимости $VS=f(ES,L)$

Анализ данных, относящихся к зависимости $DR=f(ES,L)$, позволяет говорить о том, что на длину ростков оказывает только длина волны ультрафиолетового излучения. Для зависимостей $EP=f(ES,L)$ и $VS=f(ES,L)$ все коэффициенты уравнений значимы.

Таблица 2 – Результаты оценки значимости коэффициентов уравнений регрессии по критерию Стьюдента

Зависимость	Значение t_{bi} для					Значение $t_{05}(15)$
	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	
DR=f(ES,L)	6,046	1,287	-5,926	-1,168	6,082	
EP=f(ES,L)	2,562	3,493	-2,616	-2,916	2,788	2,132
VS=f(ES,L)	2,786	3,837	-2,471	-3,562	2,645	

Так как коэффициенты уравнения регрессии, относящиеся к дозе воздействия, в зависимости, описывающей влияние дозы воздействия и длины волны на длину ростков $DR=f(ES, L)$, оказались незначимыми, выполняется анализ с уточненными коэффициентами (см. рисунок 2).

Regression Summary for Dependent Variable: DR (data.sta)						
MULTIPLE REGRESS.	R= ,88386578 RI= ,78121872 Adjusted RI= ,75547975 F (2,17)=30,352 p<,00000 Std.Error of estimate: 5,9200					
N=20	BETA	St. Err. of BETA	B	St. Err. of B	t (17)	p-level
Intercept			1421,260	232,8697	6,10324	,000012
V2 **2	21,7509	3,565168	,018	,0030	6,10096	,000012
L	-21,1902	3,565168	-9,961	1,6759	-5,94367	,000016

Рисунок 2 – Результаты анализа зависимости $DR=f(ES, L)$ с уточнёнными коэффициентами уравнения регрессии

Таким образом, уравнения равнения регрессии будут иметь вид [4]

$$DR=1421,26-9,961\cdot L+0,018\cdot L^2; \quad (1)$$

$$EP=656,9508+0,7749\cdot ES-4,8252\cdot L-0,0044\cdot ES^2+0,0092\cdot L^2; \quad (2)$$

$$VS=360,854+0,4301\cdot ES-2,3027\cdot L-0,0027\cdot ES^2+0,0044\cdot L^2. \quad (3)$$

Оценка адекватности регрессионных уравнений производится по критерию Фишера. Модель адекватно описывает зависимость между фактором воздействия и параметром отклика, если выполняется условие [1,2,3].

$$F>F_{05}, \quad (4)$$

где F – вычисленное значение критерия Фишера для принятого уровня значимости 0,05 и числе степеней свободы.

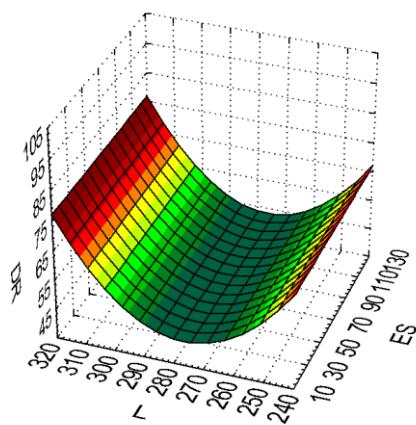
Так как полученные значения критерия Фишера выше, чем теоретические значения критерия, полученные уравнения регрессии адекватно описывают взаимосвязь между параметрами, характеризующими посевные качества семян (длиной ростков, энергией прорастания и всхожестью) и параметрами, характеризующими ультрафиолетовое излучение (дозой воздействия и длиной волны).

Оценка качества модели производится по коэффициенту детерминации R^2 . Данный коэффициент указывает на то, на сколько значения отклика объяснимы значениями фактора.

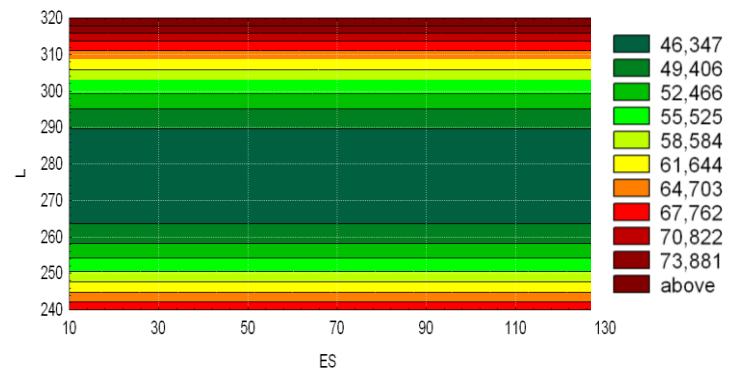
Результаты проверки свидетельствуют о сильной связи между результирующими и факториальными признаками (таблица 3).

Таблица 3 – Результаты проверки полученных моделей по критерию Фишера и коэффициенту детерминации

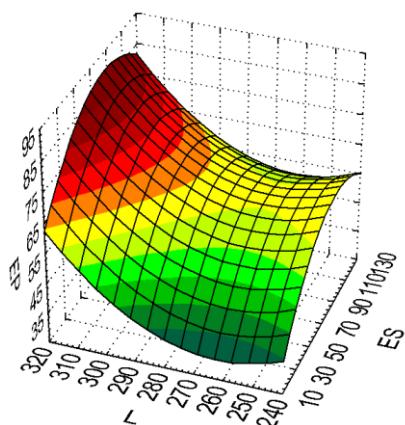
Зависимость	Вычислённое значение критерия Фишера	Теоретическое значение F_{05}	Коэффициент детерминации R^2	Значение R^2 , при котором модель можно использовать для прогноза
DR=f(ES,L)	F(2,17)=15,558	3,59	0,781	0,7< R^2 <1
EP=f(ES,L)	F(4,15)=13,915	3,06	0,788	
VS=f(ES,L)	F(4,15)=13,111	3,06	0,777	



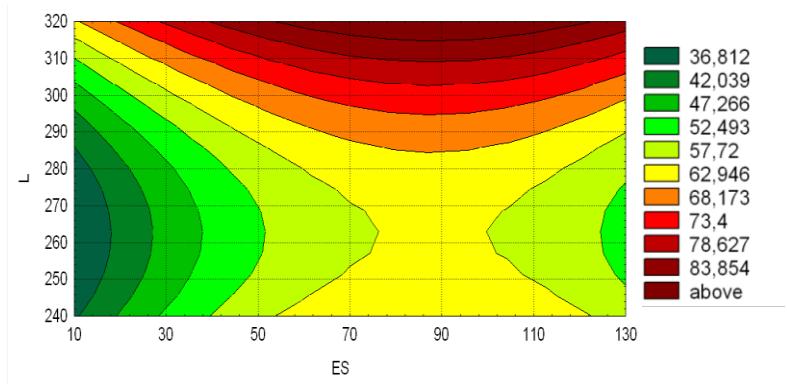
а



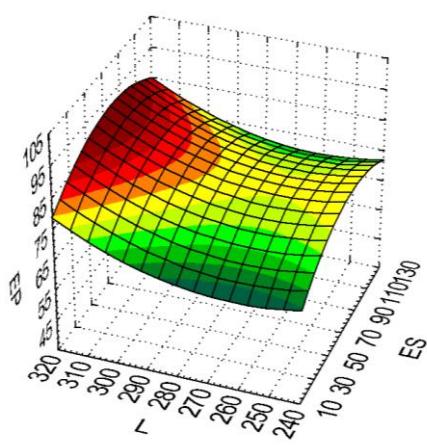
б



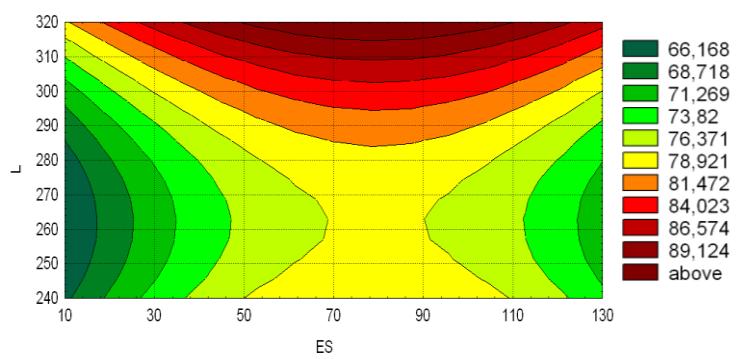
в



г



д



е

Рисунок 3 – Поверхности функций отклика и контурные графики:

а – поверхность функции отклика $DR=f(ES,L)$, построенная по регрессионному уравнению (1); б – контурный график функции отклика $DR=f(ES,L)$; в – Поверхность функции отклика $EP=f(ES,L)$, построенная по регрессионному уравнению (2); г – контурный график функции отклика $EP=f(ES,L)$; д – поверхность функции отклика $VS=f(ES,L)$, построенная по регрессионному уравнению (3); е – контурный график функции отклика $VS=f(ES,L)$

Для удобства анализа полученных зависимостей, выявления в каком диапазоне значений факторов, характеризующих воздействие, результирующие признаки достигают наибольших значений целесообразно использовать контурные графики функций отклика (рисунок 3).

Так энергия прорастания и всхожесть максимальны при дозах воздействия 70–90 Вт·с/м² и длине волны 310–320 нм. На длину ростков оказывает влияние только длина волны.

Изложенное выше, свидетельствует о том, что применение программы Statistica уменьшает трудоёмкость обработки результатов экспериментальных исследований, позволяет выявить значимые факторы, оказывающие влияние на результирующие признаки, определить диапазон значений факторов, при которых достигается наилучший технологический эффект.

Список литературы

1. Газалов В. С. Использование статистических методов при решении прикладных задач в сельскохозяйственном производстве / В. С. Газалов, Н. Е. Пономарева, В. Н. Беленов. – Зерноград: Северо-Кавказский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, 2011. – 74 с.
2. Грачева Н.Н. Специализированное программное обеспечение для научных исследований [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению курсовой работы / Н.Н. Грачева, Н.Б. Руденко, В.Н. Литвинов. – 2-е изд., перераб. – Электрон. дан. – Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2025. – 62 с.
3. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва: Альянс, 2011. – 350 с.
4. Study of the effect of ultraviolet radiation of the UV-b and UV-c range on the sowing qualities of wheat seeds "Zernogradka-9" / V. N. Belenov, N. N. Gracheva, N. Y. Ponomareva [et al.] // Journal of Agriculture and Environment. – 2024. – No. 11(51).

УДК 339.133:637.1

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Евдокимова Н.Е.

ФГБНУ ФНЦ аграрной экономики и социального развития сельских территорий – Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства – филиал «Всероссийский институт аграрных проблем и информатики им. А.А. Никонова»,
Москва, Россия

Моделирование и прогнозирование потребления продуктов питания в регионах приобретает все большее значение в связи с вниманием к решению проблем устойчивого воспроизводства населения, продовольственной самообеспеченности, рационального питания. В статье проведен анализ факторов и динамики потребления молока и молочной продукции в Иркутской области. Выявлено изменение степени влияния экономических факторов на потребление. Идентифицированы параметры регрессионной модели потребления молока от среднедушевых доходов населения и розничных цен на молоко.

Ключевые слова: математическое моделирование, принятие решений, потребление, молоко и молочные продукты, Иркутская область.

MATHEMATICAL METHODS AND MODELS IN THE FORECASTING OF FOOD CONSUMPTION

Evdokimova N.E.

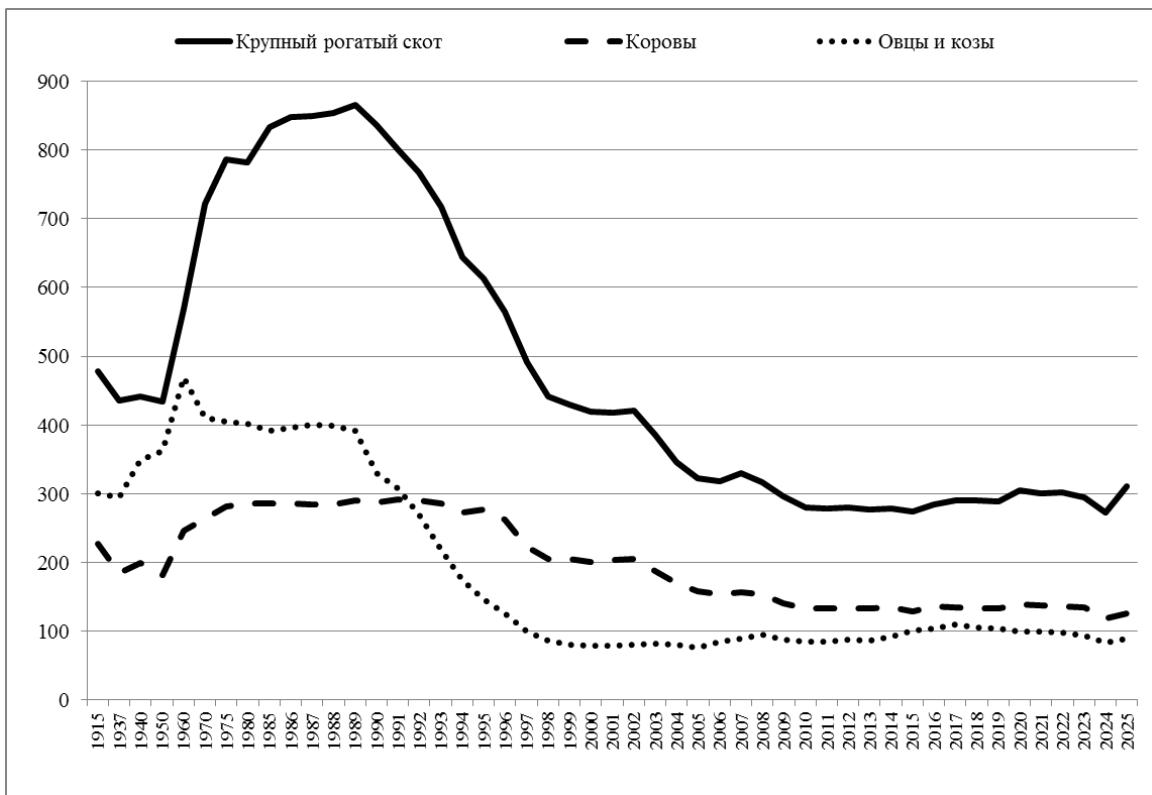
All-Russian Research Institute of Agricultural Sciences named after A. A. Nikonov – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Center for Agrarian Economics and Social Development of Rural Areas – All-Russian Research Institute of Agricultural Economics, *Moscow, Russia*

Modeling and forecasting food consumption in the regions is becoming increasingly important due to the growing attention to addressing issues of sustainable population reproduction, food self-sufficiency, and balanced nutrition. This article analyzes the factors and dynamics of milk and dairy product consumption in the Irkutsk Region. Changes in the influence of economic factors on consumption are identified. The parameters of a regression model for milk consumption based on per capita income and retail milk prices are identified.

Keywords: mathematical modeling, decision making, consumption, milk and dairy products, Irkutsk Region.

Сельское хозяйство Иркутской области исторически сложилось с молочно-мясной специализацией. Это направление и древнее земледелия в регионе, и преимущественно преобладает по стоимости произведенного продукта. Одним из важнейших показателей, отражающих динамику его развития, является поголовье. Динамика численности молочного скота за последний век представлена на нижеследующем рисунке 1. Как можно видеть, в Иркутской области за это время поголовье КРС в целом сократилось в 1,76 раза даже по сравнению с далеким 1915 годом. За этот же промежуток времени численность коров снизилась почти в 3 раза, а овец и коз – в 2 раза (рис. 1). При этом следует отметить, что наибольшая численность поголовья в Иркутской области составляла для КРС 865 тыс. голов (1989 г.), а коров – 291,5 тыс. голов (в 1991 году). Пик численности мелкого рогатого скота был достигнут в 1960-е годы (около 470 тыс. голов). Этот взгляд в прошлое позволяет судить о существенном потенциале региона по развитию молочного производства. Динамика поголовья последних 15-ти лет характеризуется некоторой стабилизацией поголовья: для КРС в пределах 270-300 тыс. голов, а коров – 130-140 тыс. голов. Численность овец и коз после падения за 90-е годы прошлого века в 4 раза в первую четверть текущего находится в пределах от 75 до 110 тыс. голов и имеет слабую и нестабильную тенденцию к росту (рис. 1).

Объемы производства сырого молока достигли своего максимума в 1989 году, когда в области было получено 762 тыс. тонн этого продукта.



Источник: график выполнен автором по материалам ТОГС.

Рисунок 1 – Динамика поголовья скота в хозяйствах всех категорий (тысяча голов, значение показателя за год) в Иркутской области с 1915 по 2025* год (*данные на середину года)

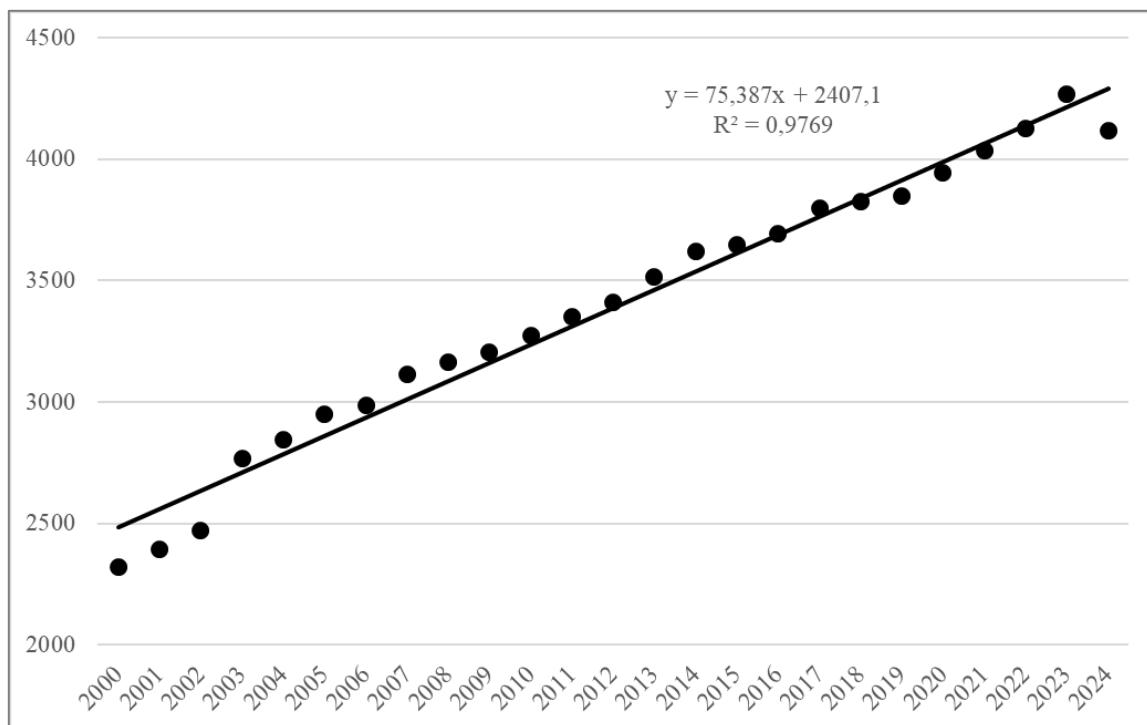
Однако, как можно видеть в таблице 1, производство молока в отличие от поголовья животных избежало в те же временные периоды столь же значительных темпов падения за счет практически линейного роста средних надоев на 1 корову (рис. 2) в Иркутской области [8].

Таблица 1 – Показатели поголовья молочного скота, производства, потребления и экономической доступности молока и молочной продукции в Иркутской области

Показатель	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2024
Поголовье в хозяйствах всех категорий, тыс. голов:									
- крупный рогатый скот	832,5	835,5	613,1	419,4	321,9	279,5	274,6	304,7	272,4
- коровы	285,6	287,6	276,5	201,4	157,6	133,2	129,5	139	118,5
- овцы и козы	392	329,8	146,1	78,5	76	85,3	100,3	99,03	83,04
Производство молока в хозяйствах всех категорий за год, тыс. т	611,3	739,7	513,4	476,5	489,2	451,1	460,1	454,7	431,5
Надой молока за год, кг	2124	2647	1755	2320	2951	3271	3645	3944	4118
Среднедушевое потребление молока и молочных продуктов, кг/чел./год	321	362	205	165	184	190	196	195	207
Экономическая доступность молока, %	99,7	112,4	63,7	51,2	57,1	59,0	60,9	60,6	64,3

Источник: таблица составлена автором по материалам ТОГС.

Тем не менее, неприятно последнее снижение производства молока в регионе, которое в 2024 году составило 431,5 тыс. тонн, что на 7,8% меньше, чем годом ранее (468 тыс. т в 2023 г. и 460,8 тыс. т в 2022 году). Положительным моментом для исправления этой динамики по данным отчета аналитического центра Milknews является рост надоев молока на одну корову в сельхозорганизациях в январе-июле 2025 года к тому же периоду предшествующего года на 3,8% (+204 кг) - до 5547 кг.



Источник: график выполнен автором по материалам ТОГС.

Рисунок 2 – Динамика надоев молока на 1 корову (кг, значение показателя за год) в Иркутской области с выделением линейного тренда

Из баланса ресурсов и использования молока (табл. 2) видно, что производственное потребление за последнее десятилетие все же подрастает. То же самое можно сказать и об объемах личного потребления, а вот среднедушевое потребление показывает более устойчивый рост по сравнению с 2000 годом (табл. 1). Это объяснимо снижением численности населения Иркутской области. Тем не менее, динамика этих показателей не сопровождается снижением ввоза молока в регион, также растут региональные запасы молочной продукции, вывоз ее за пределы области и даже потери.

Показатель самообеспеченности территории по молоку и молочной продукции (по действующей Доктрине продовольственной безопасности он рассчитывается делением объема местного производства продукции к объему внутреннего потребления: целевое значение по молоку и молокопродуктам – 90%) для Иркутской области несколько снижается в

динамике [7], но все же устойчиво находится в пределах заветных 90% (табл. 2).

Таблица 2 – Баланс ресурсов и использования молока и молочной продукции и показатель самообеспеченности молочной продукцией в Иркутской области

Показатель	2000	2005	2010	2015	2020	2021
Запасы на начало отчетного периода	13,5	20,2	20,2	24,5	22,5	28,6
Производство	476,5	489,2	451,1	460,1	454,7	460,5
Ввоз, включая импорт	24,2	37,5	82,2	92,5	107,4	105,9
<i>Ресурсы продукции</i>	<i>514,2</i>	<i>546,9</i>	<i>553,5</i>	<i>577,1</i>	<i>584,6</i>	<i>595</i>
Производственное потребление	66,3	58,7	60,6	55,4	57	57,7
Потери	0,2	0	0	0	1	1,2
Вывоз, включая экспорт	0,7	9,1	8,5	24,1	32,3	32,3
Личное потребление	435,8	460,5	463,5	474,5	465	476,4
Запасы на конец отчетного периода	11,2	18,6	20,9	23,1	28,6	27,4
Самообеспеченность молочной продукцией, %	109,3	106,2	97,3	97,0	97,8	96,7

Источник: таблица составлена автором по материалам ТОГС.

Однако, экономическая доступность молочной продукции (определенная, как отношение фактического потребления на душу населения к рациональным медицинским нормам ее потребления), несмотря на небольшой, но устойчивый рост с 2000 года далека от требуемых действующей Доктриной продовольственной безопасности 100 процентов. Хотя этот уровень был «перевыполнен» к началу 1990-х гг. (табл. 1). Получается, что есть факторы, скорее всего экономические, которые не позволяют населению региона полноценно включать в свой рацион этот очень важный для здоровья продукт. То, что питание населения Иркутской области не сбалансировано отмечается многими исследователями: значительное отставание от рекомендуемых нормативов потребления молока и молочных продуктов дает дефицит белка в пищевом рационе и приводит, в том числе, к избыточному потреблению основных источников углеводов: картофеля, сахара, хлеба [3, 9, 10].

Потребление молока и молочной продукции является важным показателем уровня жизни населения и определяется наличием ресурсов, производственными возможностями, состоянием рынка и платежеспособностью потребителей [4, 6, 13]. Потребление, как экономическая категория, является одной из четырех взаимосвязанных фаз (производство, распределение, обмен и потребление), его особое значение заключается в том, что оно – заключительный этап общественного воспроизводства, который является необходимым условием всего воспроизводственного цикла [12]. Прогнозирование потребления –

важнейшая часть эффективного управления, поскольку позволяет планировать производство и оптимизировать поставки [5].

Потребление продуктов питания в среднем на душу населения в год зависит от доходов потребителей и цен на молоко. С ростом дохода этот показатель, как правило, увеличивается, а рост цен на молоко, как правило, приводит к его уменьшению. Другие факторы, такие как культурные и национальные предпочтения, наличие в торговой сети и осведомлённость покупателей о полезных свойствах продукта, несомненно, тоже оказывают свое воздействие на потребителей, но доход и цены – это основные экономические факторы, воздействие которых важно изучать для прогнозирования потребления [5].

Итак, на среднедушевое потребление молока и молочных продуктов в пересчете на молоко самым непосредственным образом оказывают влияние два основных фактора: цены на молоко и доходы потребителей. Эта взаимосвязь анализируется с помощью таких показателей, как эластичность по цене и доходу, которые измеряют реакцию потребителей на изменения цены и дохода. Оценим регрессионную модель потребления молока от дохода и цен следующего вида:

$$P = a D^d C^s \quad (1)$$

где P – это потребление молока и молочной продукции, кг/чел./год, D – среднедушевой доход, руб., C – цена молока, руб./кг, d и s – эластичности, соответственно, по доходу и по цене на молоко, a – коэффициент. Прологарифмируем (1) и получим искомую регрессию в линейной форме:

$$\ln P = \alpha + d \ln D + s \ln C \quad (2)$$

Рассчитаем параметры a , d и s на данных с 1990 по 2023 год по Иркутской области с сайта Росстата (<https://fedstat.ru/>) с помощью пакета *STATISTICA 6.0*. Результаты расчетов можно видеть в первом столбце таблицы 3.

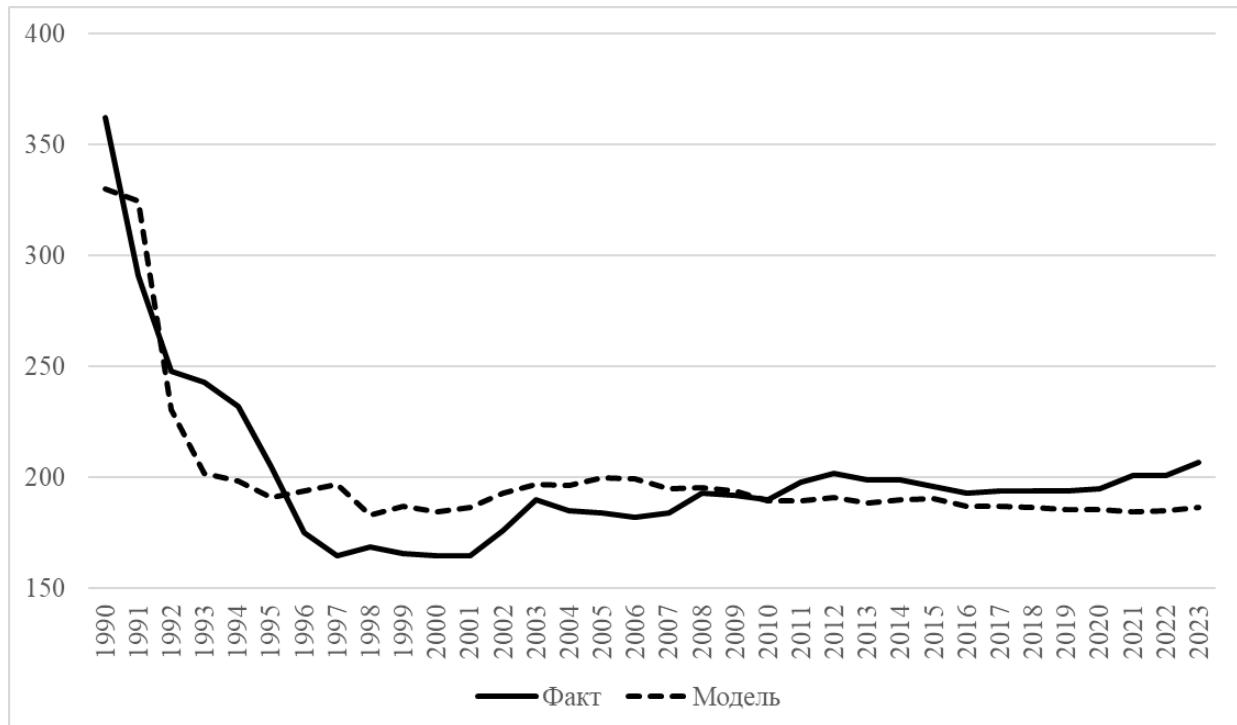
Не очень хороший $R^2=0,697$ требует дополнительных исследований причин неудовлетворительной зависимости. Для визуальной оценки полученных результатов выведем на график фактические значения потребления молока и рассчитанные на модели (2).

Таблица 3 – Коэффициенты лог-линейной регрессии и ее коэффициенты детерминации потребления молока от доходов потребителей и цены на молоко, построенной на данных Иркутской области

Коэффициенты регрессии	1990-2023гг.	1990-2000гг.	2001-2011гг.	2012-2023гг.	2001-2023гг.
a	4,474	5,298	4,646	3,6	4,184
d	0,157		0,064	0,258	0,152
s	-0,192	-0,066		-0,215	-0,102
R^2	0,697	0,89	0,82	0,65	0,922

Источник: расчеты автора.

Эти графики представлены на нижеследующем рисунке 3.



Источник: выполнено по расчетам автора.

Рисунок 3 – Сопоставление фактических значений среднедушевого потребления молока и молочной продукции и рассчитанных на регрессионной модели

На рисунке 3 видно, что полученная модель дает результаты отличные от фактических для трех временных периодов по-разному: в 90-е годы график фактических значений несколько раз пересекает график расчетных, затем, до 2011 года фактическое потребление меньше расчетного, а с 2012 года превышает его. Возникает гипотеза о изменении влияния выбранных факторов на зависимую переменную за исследуемый временной период. Для проверки этой гипотезы рассчитаем аналогичные зависимости потребления молока от цены и дохода на данных по следующим временным интервалам: с 1990 по 2000 год, с 2001 по 2011 и с 2012 по 2023 год.

Результаты для временных подмножеств данных даны также в таблице 3 в соответствующих им столбцах. Для первого выбранного временного периода с 1990 по 2000 год влияние цены на потребление молока было определяющим, а доход был выбракован программой, как незначимый фактор. Однако затем влияние среднедушевого дохода становится определяющим до последнего временного периода с 2012 по 2023 год, когда влияние цен на молоко возвращает этот фактор в модель. Несмотря на то, что двухфакторная модель на 12-ти исходных точках определяется плохо, все же можно полагать, что влияние цен на молоко при выборе товаров этой продуктовой группы увеличилось.

Полученные регрессионные зависимости на коротких временных периодах полезны для анализа. Как отмечено в публикациях [1, 2],

эконометрические модели, а именно, регрессионный анализ и анализ временных рядов, позволяют выявить и формализовать связи между производственными показателями, экономическими факторами и внешними условиями (климат, цены, субсидии).

Для прогнозирования потребления молочной продукции при различных сценариях изменения цен и доходов путем увеличения временного интервала была специфицирована модель, представленная в последнем столбце таблицы 3. Все ее параметры значимы, и $R^2=0,922$ означает, что модель очень хорошо описывает данные, так как 92,2% вариативности в зависимой переменной объясняется независимыми переменными. Такую модель можно использовать для сценарных прогнозов. Инерционные прогнозы цен на молоко и доходов населения могут быть получены трендовыми моделями. Стратегии социально-экономического развития регионов, такие как [11] и другие программные документы дают целевые варианты сценариев. Расчеты на модели позволяют оценить изменение зависимой переменной и в этих случаях.

Список литературы

1. Асалханов П.Г. Информационные системы прогнозирования параметров производства сельскохозяйственной продукции / П. Г. Асалханов, Я. М. Иваньо, М. Н. Полковская // Информационные технологии, системы и приборы в АПК : материалы 7-й МНПК "Агроинфо-2018". – Новосибирская обл., р.п. Краснообск: Сибирский физико-технический институт аграрных проблем, 2018. – С. 94-99.
2. Иваньо Я.М. Методы и модели прогнозирования производственно-экономических показателей аграрного производства с учетом их особенностей / Я. М. Иваньо, М. Н. Полковская, Ю. В. Столопова // Проблемы и перспективы устойчивого развития АПК : Материалы II ВНПК, п. Молодежный, 05–06 ноября 2020 года. – п. Молодежный: Иркутский ГАУ им. А.А. Ежевского, 2020. – С. 49-57.
3. Каверзина А.А. Оценка питания населения Иркутской области по уровню потребления основных продуктов питания / А. А. Каверзина // Окружающая среда и здоровье населения : материалы VII Всероссийской научно-практической конференции студентов и молодых ученых, Иркутск, 17 декабря 2020 года. – Иркутск: Иркутский научный центр хирургии и травматологии, 2020. – С. 113-118.
4. Калинина Л.А. Региональный рынок молока и молочной продукции: проблемы становления и развития / Л. А. Калинина, Е. В. Сидорчукова. – Иркутск : Байкальский государственный университет экономики и права, 2007. – 159 с.
5. Методика обеспечения продовольствием населения крупных городов / А. Ф. Серков, И. Г. Ушачев, А. И. Алтухов [и др.]. – Москва : ООО "Петит", 1999. – 135 с.
6. Монгуш Ю.Д. Выявление резервов увеличения прибыли производства молока аграрного предприятия / Ю. Д. Монгуш, Д. И. Иляшевич // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2022. – № 2-1. – С. 65-71.
7. Павлов С.А. Продовольственная безопасность Российской Федерации / С. А. Павлов, Д. И. Иляшевич // Проблемы и перспективы устойчивого развития агропромышленного комплекса : Материалы ВНПК, посвященной памяти А.А. Ежевского, п. Молодежный, 17–18 ноября 2022 года. – п. Молодежный: Иркутский ГАУ им. А.А. Ежевского, 2022. – С. 321-330.
8. Полковская М.Н. Прогнозирование показателей отрасли скотоводства в России и Иркутской области / М. Н. Полковская, Я. Наранбаатар // Цифровые технологии и математическое моделирование в науке, образовании и производстве : материалы

ВНПК, Иркутск, 26–27 сентября 2024 года. – Иркутск: Иркутский ГАУ им. А.А. Ежевского, 2024. – С. 102-106.

9. Роговская Н.В. Экономико-географические особенности продовольственной безопасности региона на примере Иркутской области / Н. В. Роговская, Р. В. Филиппов // Вестник евразийской науки. – 2018. – Т. 10, № 4. – С. 33.

10. Сатин М.А. Состояние спроса и предложения на рынке молока и молочной продукции в Иркутской области / М. А. Сатин, А. Ф. Шуплецов // Развитие малого предпринимательства в Байкальском регионе : Материалы международной научно-практической конференции, Иркутск, 23 ноября 2021 года / Отв. редактор А.В. Самаруха. – Иркутск: Байкальский государственный университет, 2021. – С. 210-216.

11. Стратегия социально-экономического развития Иркутской области на период до 2036 года. - Иркутск, 2022.

12. Тяпкина М.Ф. Потребление как главная фаза процесса воспроизводства / М. Ф. Тяпкина // Развитие агропромышленного комплекса в условиях становления цифровой экономики в России и за рубежом : Материалы ВНПК. – п. Молодежный: Иркутский ГАУ им. А.А. Ежевского, 2021. – С. 234-239.

13. Тяпкина М.Ф. Современное состояние производства молока в Иркутской области / М. Ф. Тяпкина, Е. А. Ильина // Вестник ИрГСХА. – 2012. – № 51. – С. 143-148.

УДК 336.7

ОПЕРАЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ КАК ЭЛЕМЕНТ ОПЕРАЦИОННОГО РИСКА БАНКА

Жилан О.Д.

Байкальский государственный университет, *Иркутск, Россия*

Одним из самых быстрорастущих секторов в мире является банковский. Банки активно инвестируют и развиваются различные цифровые новшества в своей деятельности, что позволяет сократить трудозатраты, затраты на содержание дополнительных помещений, увеличить охват клиентов, сократить время на совершение операций, оптимизировать управленческую отчетность.

С ростом автоматизации осуществления банковских операций и отчетности по ним появилась необходимость контроля операционных рисков в части осуществления непрерывности банковской деятельности. Потребность в поддержании и развитии автоматизированных банковских систем (АБС), необходимой для увеличения производительности труда в связи с ростом оказанных финансовых услуг, вынуждает банки создавать повышенный спрос на данные продукты на рынке.

Ключевые слова: операционный риск, операционная надежность, автоматизированные банковские системы.

OPERATIONAL RELIABILITY AS AN ELEMENT OF THE BANK'S OPERATIONAL RISK

Zhilan O.D.

Baikal State University, *Irkutsk district, Russia*

One of the fastest growing sectors in the world is banking. Banks are actively investing and developing various digital innovations in their activities, which allows them to reduce labor

costs, costs for maintaining additional premises, increase customer coverage, reduce the time it takes to complete transactions, and optimize management reporting.

With the growth of automation of banking operations and reporting on them, there is a need to control operational risks in terms of ensuring the continuity of banking activities. The need to maintain and develop automated banking systems (ABS), necessary to increase labor productivity in connection with the growth of financial services provided, forces banks to create increased demand for these products in the market.

Keywords: operational risk, operational reliability, automated banking systems.

Целью данной работы является исследование операционной надежности как элемента операционного риска для определения методов ее количественной оценки.

Базельский комитет по банковскому надзору, после финансового кризиса 2008 года, обратил свое внимание на недостаточный уровень управления рисками в коммерческих банках. Проблемы недостаточного контроля и мониторинга рисков наблюдались даже в классических для банков финансовых рисках, таких как кредитный риск, риск ликвидности и рыночный риск. Однако, несмотря на ведущуюся работу по совершенствованию системы управления традиционными, финансовыми, рисками, Базельский комитет обратил свое внимание и на не финансовые риски, в частности на операционный риск, публикуя рекомендации, нацеленные не только на оценку операционных рисков с целью создания резервов на возможные потери, но и методы управления источниками риска.

Одним из новых направлений риск-менеджмента является операционная надежность. Будучи элементом операционных рисков, операционная надежность рассматривает в качестве события риска – непрерывность деятельности банка.

Связь операционной надежности с операционным риском представляет собой ключевой аспект в управлении современными бизнес-процессами. Операционный риск определяется как вероятность ущерба, возникающего вследствие недостатков внутреннего процесса, людей и систем или внешних событий. Операционная надежность, в свою очередь, охватывает способность организации обеспечивать непрерывность и эффективность своих операционных процессов, минимизируя вероятность отклонений, приводящих к финансовым потерям [5].

Согласно продвинутому методу оценки операционной надежности (АМА) Базельского комитета, организованные и систематические подходы к выявлению, оценке и управлению рисками служат основой для повышения уровня операционной надежности. АМА акцентирует внимание на важности внедрения количественных и качественных методов для определения уязвимостей в процессах, а также на значении тщательного мониторинга внутренних контролей, управляющих запасами, производственными процессами и ИТ-системами [12].

С учетом того, что операционная надежность – это непрерывность оказания банковских услуг, она влечет за собой косвенные убытки банка, недополученную прибыль, в то время как другие элементы операционного

риска: ошибка персонала, мошенничество и другие, приносят прямые убытки, непосредственные. Исходя из этого стоит разобраться, в чем разница между прямыми убытками и косвенными.

Ряд исследователей дает следующие определения косвенным убыткам:

– Воробьев С. Н определяет косвенные убытки как потери, происходящие в результате связанных с прямыми убытками обстоятельствами, которые не могут быть четко выделены или измерены [4];

– Котлярова Е. А. характеризует косвенные потери как «... потери, которые возникают в результате временной недоступности ресурсов, влияя на дальнейшую деятельность организации» [7].

Исходя из данных определений можно сказать, что косвенные убытки проявляют себя тогда, когда организация не в состоянии выполнять в штатном режиме свои бизнес-процессы, что приводит к финансовым потерям.

В настоящее время косвенные убытки являются наиболее сложно определяемыми для банков и имеют в научном и нормативном поле только количественные оценки. Условно отражающие эффективность задействованных механизмов, таких как непрерывность деятельности, которая, зачастую зависит от исправности информационных ресурсов банка.

Именно минимизация косвенных убытков — цель операционной надежности. Этую мысль подтверждают ранее упомянутые исследователи, давая следующее определения операционной надежности:

– Воробьев С.Н.: «Операционная надежность определяет устойчивость бизнес-процессов к внешним и внутренним шокам, обеспечивая непрерывность деятельности» [4];

– Котлярова Е.А.: «Операционная надежность — это ключевая характеристика системы управления рисками, отражающая способность организации адаптироваться и преодолевать операционные трудности» [7].

Определение косвенных убытков, которое предлагает Е.А. Котлярова как способность организации адаптироваться, вкупе с ранее данным им определением косвенных убытков, дает нам понимание, что операционная надежность нацелена на защиту организации от процессов, приводящих к недополучению прибыли.

Для подтверждения мысли о том, что операционная надежность нацелена на предотвращение косвенных убытков организации в результате реализации риска остановки бизнес-процессов, рассмотрим определение, которое дает международный стандарт управления рисками (ISO 31000):

– «операционная надежность включает в себя способность организации избежать или минимизировать потери при выполнении своих процессов в результате непредвиденных событий» [15].

Исходя из этого, мы можем сделать вывод, что мнение российских исследователей и мнение международных сообществ в отношении операционной надежности, схожи и говорят о минимизации косвенных убытков.

Так или иначе, операционная надежность затрагивает понятие «бизнес-процесс» как основополагающего элемента управления бизнесом.

В этом смысле процесс понимается как упорядоченная взаимосвязанная последовательность событий и действий, функций, работ, процедур, операций, выполняемых должностными лицами, подразделениями организации и программным оборудованием в целях получения желаемого конечного результата, достижения цели, решения задачи, реализации программы, предоставления услуги [4].

Таким образом, бизнес-процесс можно рассматривать как последовательность неслучайных действий, результат каждого из которых представляет собой случайное событие.

Бизнес-процессы могут выполняться как последовательно (когда выход одного бизнес-процесса является входом для другого), так и параллельно [2].

Первоначально возник функциональный подход [13]. Согласно этому подходу, банк рассматривается как механизм, обладающий набором функций. Функции распределяются среди подразделений и выполняются сотрудниками банка. Однако сотрудники выполняют свои узкие задачи, а об основной цели банка имеют лишь общее представление. Структурные подразделения банка взаимодействуют между собой и передают друг другу управляющие воздействия. Часто это выполняется удовлетворительно, но иногда возникают различного рода конфликты: интересов, бюджетов и т. п.

Процессный подход появился как альтернатива функциональному в конце XX века [14]. Деятельность предприятия, использующая ресурсы, рассматривается как процесс. Часто выход одного процесса образует непосредственно вход следующего. Преимущество процессного подхода состоит в непрерывности управления, которое он обеспечивает на стыке отдельных процессов в рамках их системы, а также при их комбинации и взаимодействии.

Одна из сложностей анализа операционной надежности, это наличие, либо создание, комплекса мер по учету бизнес-процессов. Для многих небольших региональных банков классический процессный подход недоступен, так как требует существенных инвестиций, что может привести к дисбалансу общей системы планирования бюджета. В тоже время менее распространенный способ анализа бизнес-процессов – процессно-событийный, позволяет рассматривать бизнес-процесс как цепочку событий, связанных на определенных ключевых моментах, отталкиваясь от которых можно построить политики операционных рисков и операционной надежности, как элемент.

Но до определенного момента политика, связанная с применением данных подходах, не была актуальна для региональных банков, так как носила не обязательный характер, что изменилось в 2021-2022 гг.

Банк России, регулируя финансовый рынок, в 2021-2022 годах разработал серию нормативных актов, направленных на ускоренную интеграцию процессов управления операционными рисками в финансовых

организациях. Для кредитных организаций это Положения Банка России «О требованиях к системе управления операционным риском в кредитной организации и банковской группе» от 08.04.2020 г. № 716-П и «Об обязательных для кредитных организаций требованиях к операционной надежности при осуществлении банковской деятельности в целях обеспечения непрерывности оказания банковских услуг» от 12.01.2022 г. № 787-П [9, 10].

Операционная надежность, как и говорилось прежде, обеспечивается за счет непрерывности оказания услуг. В случае регулирования Банком России операционная надежность рассматривается как функционирование именно объектов информатизации (оборудование и ПО), но не берутся во внимание другие факторы, такие как ошибка работников организации или форс-мажорные обстоятельства. Затрагивается работоспособность автоматизированных систем, программного обеспечения, средств вычислительной техники, телекоммуникационного оборудования [1, 3].

Автоматизированные системы менее подвержены человеческому фактору, но при этом их функционирование критично зависито от работоспособности различного оборудования и доступности связи между ним. Перед организацией становятся новые вызовы обеспечения бесперебойности работы оборудования и защиты от информационных угроз [3].

В требованиях мегарегулятора к операционной надежности можно выделить два основных направления связанных с риск менеджментом [9, 10]:

1. Порядок идентификации инцидента операционной надежности.

2. Расчет целевых показателей операционной надежности, суммарного времени простоя, времени простоя и доли деградации.

Целевые показатели операционной надежности являются прямым аналогом ключевых индикаторов риска (КИР) и имеют все соответствующие свойства и функции.

Исходя из документов банкам необходимо организовать процедуры операционной надежности состоящих из следующих пунктов [9, 10]:

– выявление событий операционного риска;

– идентификация и классификация операционного риска. Оценка количественных и качественных потерь;

– классификация каждого события операционного риска, является ли он инцидентом операционной надежности;

– расчет по каждому инциденту операционной надежности показателей КИР: доля деградации и времени простоя;

– расчет за квартал показателя КИР: суммарное время простоя.

Наиболее интересным моментом нового положения № 787-П является порядок классификации инцидента операционной надежности как некоего нового критерия, регулируемого Банком России для целей расчета целевых показателей операционной надежности.

Порядок классификации, следующий [9, 10]:

– это событие операционного риска или с превышением количественных потерь, или с превышением качественных потерь на уровень равный или более чем «средний»;

– время, в течение которого произошло событие, входит в режим работы технологического процесса;

– событие вызвано информационными угрозами и сбоями ПО/оборудования;

– событие привело к неоказанию или ненадлежащему оказанию услуг.

При этом вводится новое понятие – доля деградации технологических процессов. По своей сути являющийся математической условностью, где 1 – это выполнение всех операций, бизнес-процессов, за рассматриваемый период. Для Банка России этот показатель нацелен на контроль банковских операций как элемент национальной платежной системы, что обусловлено обеспечением непрерывности предоставления услуг. Для коммерческого банка оно представляет собой, каким объемом бизнеса организация готова пожертвовать, другими словами, когда наступает момент, когда от инцидентов операционной надежности косвенные убытки выше, чем стоимость процедур по стабилизации ситуации [8, 11].

Фактическое значение доли деградации технологического процесса считается по формуле [1]:

$$x = \frac{\text{КВО}}{\text{КОП}} \quad (1)$$

где x — фактическая доля деградации технологического процесса; КВО — количество совершенных операций во время инцидента операционной надежности; КОП — плановое количество операций, совершенных в течение прошлого периода. Прошлый период для простоты можно определить как прошлый рабочий час или прошлый период прошлой недели.

Операционная надежность как сегмент операционных рисков является новым направлением не только как часть управленческих решений, но и как объект исследования в научном сообществе. Существенным недостатком анализа операционной надежности является слабая проработка финансового анализа показателей. Невозможно однозначно утверждать какие убытки несет организация от реализации событий операционной надежности, что мешает анализу бизнес-процессов банка.

Рассмотрев операционную надежность как элемент операционного риска, можно сделать вывод, что для качественной оценки необходима база бизнес-процессов. Существует два подхода к созданию базы данных по бизнес-процессам: процессный и процессно-событийный. Процессный способ, традиционный, классический, требует больших трудозатрат и дополнительных инструментов (нотаций). Процессный способ подходит для банков с хорошо структурированной бизнес-моделью. В тоже время процессно-событийный метод требует высоких компетенций риск менеджмента, но позволяет структурировать процессы менее затратными способами. Процессно-событийный способ подходит больше для региональных банков, с меньшим количеством процессов. Именно

процессно-событийный будет использоваться как основной для целей качественной и количественной оценки.

Список литературы

1. Беляев Д. С. Операционная надежность: главное — непрерывность оказания услуг / Д. С. Беляев // Риск-менеджмент. Практика – 2022 – № 4 – С. 107–114
2. Болдачев А. В. О принципиально новом, субъектно-событийном подходе к моделированию бизнес-систем / А. Болдачев, А. Шумаков // Environment. Technology. Resources. – 2024. – Т. 2, № 3. – URL: www.rsci.ru/rt/researches/236426.php (дата обращения: 14.06.2025).
3. Веретин М.С. Повышение экономической безопасности коммерческих банков на основе внутреннего контроля операционного риска / М.С. Веретин // Вестн. Российского ун-та дружбы народов. Сер. Экономика. – 2023. – № 1. – С. 107–119.
4. Воробьев С. Н. Управление рисками в предпринимательстве / С. Н. Воробьев, К. В. Балдин. – Москва : Дашков и К, 2013. – 482.
5. Данилочкина Н. Г. Непрерывность бизнеса как основа жизнедеятельности предприятия / Н. Г. Данилочкина // Актуальные проблемы социально-экономического развития России. – 2019. – № 3. – С. 54–58.
6. Карасева Е. И. Основы процессно-событийного подхода для оценки операционного риска коммерческого банка / Е. И. Карасева // Научный вестник: Финансы, банки, инвестиции. – 2018. – № 4. – С. 105–113.
7. Котлярова Е. А. Оперативное управление рисками при реализации инвестиционно-строительных проектов (на примере строительства объектов газовой промышленности): специальность 08.00.05. «Экономика и управление народным хозяйством»: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Котлярова Евгения Александровна; Государственный университет управления. – Москва, 2010. – 181 с.
8. Моисеев А. Новые требования для субъектов КИИ: Безопасная разработка прикладного ПО / А. Моисеев // Дайджест выбранных ст. издания «Энергетика и промышленность России». Т. 1. СПб. : Издательский дом «Реальная экономика». – 2022. – С. 54–57.
9. О требованиях к системе управления операционным риском в кредитной организации и банковской группе : Положение Банка России от 08 апреля 2020 г. № 716-П : (в ред. от 25.03.2022 г.) // СПС «КонсультантПлюс».
10. Об обязательных для кредитных организаций требованиях к операционной надежности при осуществлении банковской деятельности в целях обеспечения непрерывности оказания банковских услуг : Положение Банка России от 12 января 2022 г. № 787-П : (в ред. от 06.10.2023 г.) // СПС «КонсультантПлюс».
11. Пожидаева Т. А. Анализ влияния операционного риска на финансовые результаты коммерческого банка/ Т. А. Поджидаева, О. И. Щетинина // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2016. – № 28. – С. 58–71.
12. Таров Д. А. Системная классификация инцидентов информационной безопасности ИТ-сети организации / Д. А. Таров, И. Н. Тарова // Системы управления, сложные системы: моделирование, устойчивость, стабилизация, интеллектуальные технологии: Материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф., Елец, 21–22 апреля 2022 г. Елец: Елецкий гос. ун-т им. И. А. Бунина, 2022. – С. 314–318
13. Тейлор Ф. У. Принципы научного менеджмента / Ф. У. Тейлор. – Москва : Контроллинг, 1991. – 104 с.
14. Хамер М. Ренкининг корпорации. Манифест революции в бизнесе / М. Хамер, Д. Чампи. – Москва : Манн, Иванов и Фербер, 2007. – 288 с.
15. Panjer H.H. Operational Risk: Modeling Analytics / H.H. Panjer – Wiley. – 2006. – 448 р.

ОЦЕНКА ЗАСОРЁННОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ АЭРОФОТОСЪЁМКИ

¹Иваньо Я.М., ¹Петрова С.А., ²Сыроватский А.А., ¹Асалханов П.Г., ¹Беляков В.О.

¹Иркутский государственный аграрный университет имени А.А.Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

²Иркутский филиал МГТУ ГА, Иркутск, Россия

Авторами рассматриваются методы оценки засорённости сельскохозяйственных посевов с помощью методов дистанционного зондирования Земли и нейронных сетей. Анализируются возможности аэрофотосъёмки при помощи беспилотных авиационных систем (БАС), а также применение алгоритмов глубокого обучения для сегментации изображений и классификации сельскохозяйственных культур и сорняков. Описаны этапы сбора данных, разметки, обучения моделей и создания карт засорённости, что является элементом технологии точного земледелия и системы поддержки принятия решений. Разработка и применение такой технологии способствует повышению эффективности и экологичности сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: нейронные сети, сегментация, беспилотные авиационные системы, аэрофотосъёмка, управление аграрным производством.

ASSESSMENT OF WEED INFESTATION OF AGRICULTURAL CROPS USING AERIAL PHOTOGRAPHY DATA

¹Ivanyo Ya.M., ¹Petrova S.A., ²Syrovatskiy A.A., ¹Asalkhanov P.G., ¹Beliakov V.O.

¹Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky, *Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia*

²Irkutsk branch MSTUGA, *Irkutsk, Russia*

The authors examine methods for assessing weed infestation in agricultural crops using methods Earth remote sensing and neural networks. They analyze the capabilities of aerial photography using unmanned aerial systems (UAS), as well as the use of deep learning algorithms for segmenting images and classifying crops and weeds. They describe the stages of data collection, labeling, model training, and the creation of weed maps, which are elements of precision farming technology and decision support systems. The development and application of this technology contributes to increased efficiency and environmental friendliness in agricultural production.

Keywords: neural networks, segmentation, unmanned aerial systems, aerial photography, agricultural production management.

Введение. Сорные растения были и остаются одним из главных биотических факторов, снижающих урожайность сельскохозяйственных культур. Они конкурируют с культурными растениями за свет, воду и питательные вещества, способствуют распространению болезней и вредителей. Традиционная оценка засорённости проводится агрономом вручную путём осмотра полей и закладки учётных площадок. Этот метод имеет ряд существенных недостатков. Таких как, высокая трудоемкость,

субъективность, запаздывание в принятии решений т.д. Эти ограничения привели к активному внедрению технологий точного земледелия, среди которых дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) занимает ключевое место [7, 8].

Основой для оценки засорённости служит анализ спектральной отражательной способности растений. Культурные и сорные растения имеют различия в биофизических и биохимических характеристиках (структура листовой поверхности, содержание хлорофилла, воды и т.д.), что отражается на их спектральных подписях.

Наиболее распространённым методом определения засоренности культур является использование вегетационных индексов (VI). Так, например индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) показывает плотность и здоровье растительности и эффективен на ранних стадиях развития, когда сорняки могут опережать в росте культурные растения, образуя яркие пятна на NDVI-карте. Более специализированные индексы (например, GNDVI, SAVI) помогают нивелировать влияние почвенного фона и атмосферы.

Мультиспектральная съёмка (каналы: синий, зелёный, красный, ближний инфракрасный, красной границы — Red Edge) позволяет рассчитывать вегетационные индексы и выделять зоны с аномальным развитием биомассы.

Основные источники аэрофотосъёмок — это беспилотные авиационные системы (БАС) и спутники. При сравнении этих платформ дистанционного зондирования ключевое различие заключается в компромиссе между детализацией данных и охватом территории. БАС предоставляют данные ультравысокого пространственного разрешения и обладают значительной оперативной гибкостью, позволяя проводить съёмку по требованию, независимо от графиков пролёта спутников. Однако их применение сопряжено с ограничениями по площади покрытия за один полёт, чувствительностью к метеоусловиям, таким как сильный ветер и осадки, и необходимостью привлечения квалифицированного оператора.

В противоположность этому, спутниковый мониторинг обеспечивает систематический глобальный охват и обладает развитой архивной базой для проведения ретроспективного анализа. Несмотря на достижения в области коммерческой съёмки, предоставляющей данные с разрешением до 30-50 см/пиксель, спутники в целом могут уступать БАС в детальности. Дополнительными операционными ограничениями являются зависимость от облачного покрова и фиксированное время пролёта над целью, что снижает гибкость при проведении съёмок.

Выбор платформы зависит от конкретных задач, размера поля, требуемой оперативности и бюджета. Для точечного мониторинга критических участков идеально подходят БАС, для оценки состояния крупных территорий — спутники [5].

Существует 2 основных методов анализа и классификации засоренности посевов.

1. Пороговая классификация (Thresholding), которая заключается в установлении порогового значение индекса (например, NDVI). Все пиксели выше порога — растительность, ниже — почва. Применяется для простейшего выделения "зеленой" биомассы. Подходит для ранних стадий, когда сорняки сильно отличаются от культуры.

2. Глубокое обучение и нейронные сети (Deep Learning), в частности семантическая сегментация (Semantic Segmentation). Нейронная сеть обучается присваивать каждый пиксель изображения определенному классу («культура», «сорняк», «почва»). Обладает очень высокой точностью, возможностью работать напрямую с изображениями, учитывая не только спектр, но и текстуру, форму и контекст. Однако требует больших наборов размеченных данных для обучения. Примеры архитектур: U-Net, FCN, DeepLab [2].

Алгоритм работы по оценке засорённости сельскохозяйственных культур с применением нейронных сетей выглядит следующим образом.

1. Планирование и съёмка. На этом этапе определяются границы поля, время и параметры съёмки. Наиболее эффективны съёмки на ранних стадиях вегетации культуры, когда конкуренция со стороны сорняков наиболее критична.

2. Обработка данных. Здесь создаются ортомозаики (единого геопривязанного изображения поля) и карты вегетационных индексов, а также осуществляется анализ и классификация. С помощью алгоритмов машинного обучения и компьютерного зрения проводится: сегментация - выделение областей с растительностью, почвой; классификация - разделение растительности на «культурные растения» и «сорняки». Для этого необходима предварительная "обучающая выборка" — размеченные данные, где агроном указал примеры сорняков.

3. Создание карт засорённости. Результатом этого этапа является карта-засорённости - визуальная карта поля, где разными цветами показаны зоны с низкой, средней и высокой засоренностью. Это основа для дифференцированного применения гербицидов (VRA – Variable Rate Application). Вместо обработки всего поля, техника вносит гербицид только там, где это необходимо, экономя до 30 – 70% средств и снижая нагрузку на экосистему.

4. Принятие решений. Практическая реализация полученных данных осуществляется через создание карт-заданий для сельскохозяйственной техники на основе карт засоренности. Для химической защиты растений это позволяет перейти к дифференцированному внесению гербицидов, когда техника на основе электронной карты автоматически дозирует препарат, применяя его целенаправленно в очагах засорённости.

Кроме карты засорённости в качестве в результате анализа можно получить следующие количественные показатели: процент покрытия сорняками по полю или в отдельных зонах, динамика изменения засоренности (до и после обработки).

Внедрение дистанционной оценки засорённости обуславливает значительный экономический эффект, проявляющийся в существенной экономии средств благодаря дифференцированному внесению гербицидов, что позволяет сократить объем их применения. Принципиальным отличием от традиционных подходов является объективность и полная репрезентативность получаемых данных, так как анализу подвергается вся площадь поля, а не его отдельные участки. Кроме того, формирование архивов данных за многолетний период открывает возможности для ретроспективного анализа динамики засорённости, выявления источников и путей распространения сорняков, что создает основу для прогнозирования фитосанитарных рисков и разработки превентивных стратегий.

Схематично порядок проведения работ по получению данных аэрофотосъёмки и результатов их камеральной обработки показан на рисунке 1.

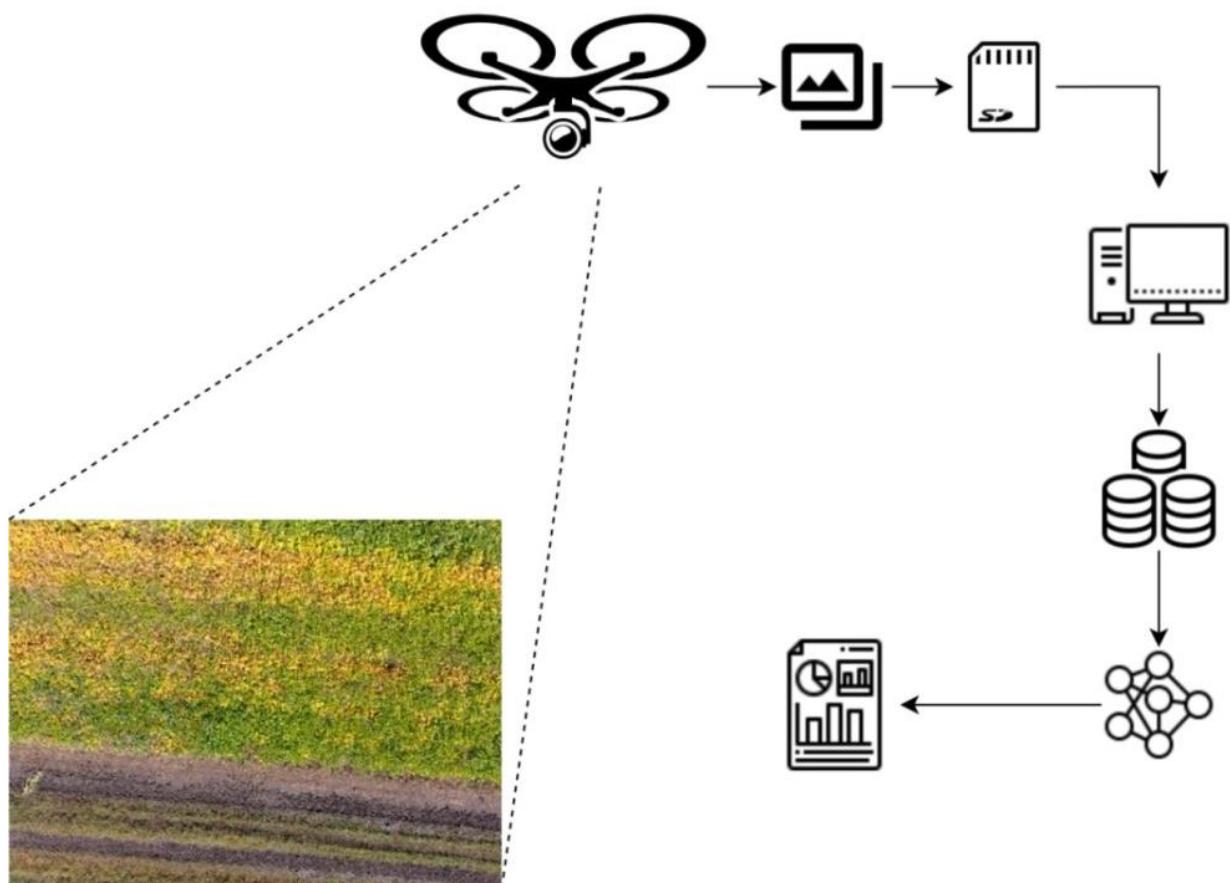


Рисунок 1 – Схематическое представление процесса выполнения аэрофотосъёмки и обработки полученных данных

Дрон, пролетая по маршруту на определённой, достаточной для выполнения поставленной задачи высоте (в данной работе это 10, 20 и 30 м), выполняет снимки поля. Все снимки в высоком разрешении сохраняются на карту памяти. Поставленную задачу по оценке засорённости посевов сельскохозяйственных культур целесообразно решать с использованием технологии компьютерного зрения, поэтому изображения переносятся на

компьютер и добавляется в набор данных для анализа и обработки при помощи нейронной сети.

Обучение нейронной сети проводится в несколько этапов. На первом этапе собирается набор данных (датасет) для обучения нейронной сети и выполняется его обработка. К обработке относятся группировка набора данных, обработка, разбиение набора данных на обучающую, тестовую и проверочную выборки.

На втором этапе, при необходимости, выполняется искусственное увеличение выборки (аугментация) [3, 4, 6, 10]. Аугментацию можно разделить на два направления: геометрические методы и методы изменения структуры. К геометрическим методам относятся: вращение изображения; зеркальные отображения; искусственное изменение размеров; удаление части изображения. К методам изменения структуры относятся: изменение яркости; наложение шума; изменение контрастности; изменение резкости. При реализации подобных рассматриваемому проектов выполняется фотографирование однотонных полей, поэтому при изменении структуры нужно быть осторожным и не выполнять существенных изменений фотографий, так как это может отрицательно повлиять на точность распознавания нейронной сети.

На третьем этапе выполняется разметка изображений. Такая разметка может осуществляться с использованием следующих видов подходов: ручной, полуавтоматический и автоматический. В рассматриваемом случае почти все изображения являются однотипными (нет сильных перепадов цветов) и сложно выделить определённые структуры на изображении, поэтому разметка будет проводиться вручную. Для упрощения разметки может быть использован один из сервисов разметки (например, *roboflow*, *CVAT* и др.). Задачей нейронной сети является наложение маски отображения культуры на фотоснимке. Это является задачей сегментации изображения, поэтому при разметке для каждого существующего изображения будет создан соответствующий файл с его маской. Пример разметки изображения показан на рисунке 2.

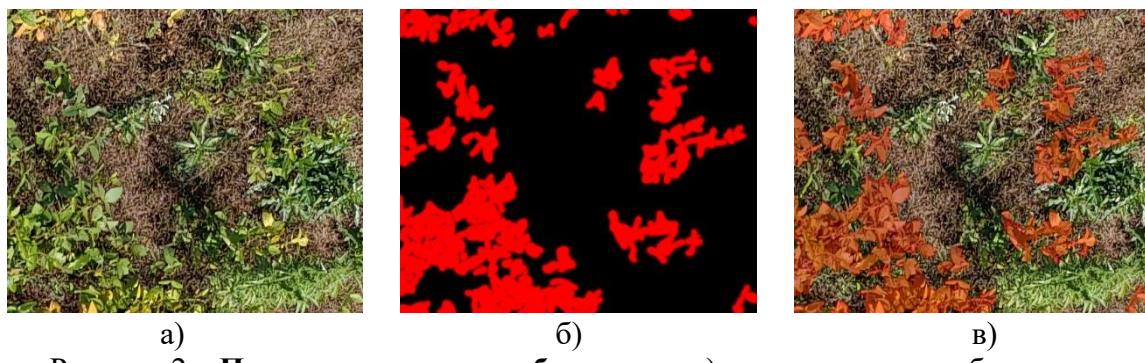


Рисунок 2 – Пример разметки изображения: а) оригинальное изображение; б) маска; в) наложение маски на оригинальное изображение

Первое изображение – оригинальное изображение, второе – маска, третье – наложение маски на оригинальное изображение с непрозрачностью 40%.

На четвёртом этапе выполняется разработка архитектуры нейронной сети. Нейронная сеть может быть написана с использованием одного из фреймворков для глубокого обучения (Keras, PyTorch, TensorFlow) [9]. Выбор фреймворка зависит от навыков разработчика, характеристик компьютера, сложности разработки и т.п. Для задачи сегментации может быть использована U-Net подобная архитектура нейронной сети [11, 12, 13].

Также, чтобы не тестировать множество различных архитектур можно использовать фреймворки для автоматической оптимизации моделей и гиперпараметров. Одним из таких фреймворков является AutoML. Данные фреймворки позволяют подобрать архитектуру нейронной сети на основе поданной выборки и правильных ответов.

На пятом этапе проводим обучение и тестирование работы нейронной сети. В нейросеть подается обучающая и тестовая выборки для обучения нейронной сети вместе с правильными ответами. Результаты работы (точность распознавания) нейронной сети сверяем по проверочной выборке. Если точность нейронной сети меньше необходимой, то возвращаемся на четвёртый этап. Обучение нейросети необходимо проводить в облачных средах (таких как Google Colaboratory, YandexCloud и т.п.) или на рабочих станциях с поддержкой аппаратного ускорения. Если точность нейросети соответствует заданным критериям, то сохраняются «веса нейронной сети» для загрузки параметров обученной нейронной сети. Результатом описанных действий является обученная модель, которая может применяться для определения степени засорённости полей

Выводы. Оценка засорённости посевов сельскохозяйственных культур с использованием данных аэрофотосъёмки перестала быть экспериментальной технологией и стала рабочим инструментом для прогрессивных агрохолдингов и фермерских хозяйств. Вместе с тем, решение такой задачи для конкретных сельскохозяйственных культур в определённой природно-климатической области имеет научный интерес, а разработка готовых решений в виде программно-аппаратных систем способствует развитию данной технологии и повышению её точности и содействует импортозамещению высоких научноёмких технологий. Интеграция БАС, спутниковых снимков и интеллектуальных алгоритмов анализа данных позволяет перейти от общих стратегий (равномерного внесения) к прецизионному, точечному управлению посевами. Это не только повышает экономическую эффективность, но и закладывает основу для устойчивого, ресурсосберегающего сельского хозяйства будущего.

Благодарность. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда, проект № 24-21-00502, <https://rscf.ru/project/24-21-00502/>

Список литературы

1. Автоматизация разметки набора данных для нейронных сетей / Н. О. Бесшапошников, М. А. Кузьменко, А. Г. Леонов, М. А. Матюшин // Вестник кибернетики. – 2018. – № 4(32). – С. 204-210.
2. Асалханов П. Г. Тенденции применения систем искусственного интеллекта в сельском хозяйстве / П. Г. Асалханов, Н. В. Калинин, Я. М. Иваньо // Климат, экология и сельское хозяйство Евразии : Материалы XII международной научно-практической конференции, п. Молодежный, 27–28 апреля 2023 года. Том II. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2023. – С. 151-157.
3. Асланов А. Б. Автоматизированное формирование обучающей выборки для определения идентичных объектов на изображениях / А. Б. Асланов, Н. В. Лукашевич // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. – 2019. – № 22. – С. 9-14.
4. Аугментация наборов изображений для обучения нейронных сетей при решении задач семантической сегментации / И. А. Ложкин, М. Е. Дунаев, К. С. Зайцев, А. А. Гармаш // International Journal of Open Information Technologies. – 2023. – Т. 11, № 1. – С. 109-117.
5. Линкина А. В. Применение спутниковых навигационных технологий и БАС в интересах управления агропромышленным комплексом / А. В. Линкина, Е. И. Осипов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2023. – Т. 85, № 4(98). – С. 122-127. – DOI 10.20914/2310-1202-2023-4-122-127.
6. Методы аугментации обучающих выборок в задачах классификации изображений / С. О. Емельянов, А. А. Иванова, Е. А. Швец, Д. П. Николаев // Сенсорные системы. – 2018. – Т. 32, № 3. – С. 236-245. – DOI 10.1134/S0235009218030058.
7. Оценка засорённости посевов пшеницы по геоботаническим, наземным спектрометрическим и спутниковым данным / Т. И. Письман, И. Ю. Ботвич, М. Г. Ерунова [и др.] // Теоретическая и прикладная экология. – 2023. – № 1. – С. 110-116. – DOI 10.25750/1995-4301-2023-1-110-116.
8. Петрова С. А. Об использовании автоматизированной агрометеорологической площадки при производстве растениеводческой продукции / С. А. Петрова, П. Г. Асалханов // Цифровые технологии в науке, образовании и производстве : Материалы Всероссийского научно-практического семинара, Молодежный, 30 ноября 2022 года. – Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2022. – С. 46-47.
9. Пчелинцев С.Ю. Сравнительный анализ фреймворков глубокого обучения // Информационноэкономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2020. – № 1. – (53). – С. 41-51
10. Толстых А. А. Искусственное расширение обучающей выборки изображений для сверточных нейронных сетей / А. А. Толстых // Актуальные вопросы эксплуатации систем охраны и защищенных телекоммуникационных систем : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, Воронеж, 01 июня 2017 года / Воронежский институт МВД России. – Воронеж: Воронежский институт Министерства внутренних дел Российской Федерации, 2017. – С. 20-22.
11. A Comprehensive Review of U-Net and Its Variants: Advances and Applications in Medical Image Segmentation [Электронный ресурс]. – URL: <https://arxiv.org/pdf/2502.06895#:~:text=Diversified%20forms%20of%20U%2DNet%20and%20its%20variants&text=There%20are%20three%20types%20of,with%20more%20complex%20spatial%20features>.
12. UNet++: A Nested U-Net Architecture for Medical Image Segmentation [Электронный ресурс]. – URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7329239/#:~:text=In%20U%2DNet%2C%20the%20feature,depends%20on%20the%20pyramid%20level>.

13. Deep learning segmentation of hyperautofluorescent fleck lesions in Stargardt disease [Электронный ресурс]. – URL: https://www.researchgate.net/publication/345841396_Deep_learning_segmentation_of_hyperautofluorescent_fleck_lesions_in_Stargardt_disease

УДК: 336.6

ПОВЫШЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМПАНИЙ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ, РОЛЬ ЦИФРОВИЗАЦИИ В ЭТОМ ПРОЦЕССЕ

Кислицына Л. В., Шобухин Д. С.

Байкальский государственный университет, Иркутск, Россия

На современном этапе экономики, который характеризуется цифровизацией, высокой степенью глобализации и взаимосвязи, логистика играет важную роль в функционировании любого экономического субъекта, обеспечивая своевременную доставку товаров и материалов, поддержание производственных циклов и формирование цепочек поставок. Сбои в работе логистических систем ведут к остановке производственной деятельности, росту себестоимости продукции, снижению доходов. В последние несколько лет наблюдается рост внешних вызовов, кардинальным образом трансформирующих традиционные подходы к управлению цепочками поставок. Таким масштабные кризисные явления, как пандемия COVID-19, введение международных санкций, нарушение устоявшихся торговых маршрутов, создают давление на логистические инфраструктуры, что отражается на финансовых показателях компаний. Нарушения в логистических процессах непосредственно трансформируются в финансовые потери.

В новых условиях хозяйствующие субъекты вынуждены пересматривать свои финансовые стратегии. Одну из ключевых ролей в этом процессе играет цифровизация. Исследования вопросов трансформации логистических систем является важным для предпринимателей с точки зрения разработки эффективных механизмов минимизации убытков и адаптации к новым реалиям.

Ключевые слова: цифровая трансформация, логистика, логистическая деятельность, логистические затраты, риски, финансовый результат, внешние вызовы.

IMPROVING THE PERFORMANCE OF COMPANIES' LOGISTICS ACTIVITIES IN MODERN CONDITIONS: THE ROLE OF DIGITALIZATION IN THIS PROCESS

Kislitsyna L.V., Shobukhin D.S.

Baikal State University, Irkutsk, Russia

In the current economic climate, characterized by digitalization, a high degree of globalization, and interconnectedness, logistics plays a vital role in the functioning of any economic entity, ensuring the timely delivery of goods and materials, maintaining production cycles, and building supply chains. Failures in logistics systems lead to production interruptions, increased production costs, and reduced revenues. Over the past few years, we have seen a rise in external challenges that are radically transforming traditional approaches to supply chain management. Large-scale crises such as the COVID-19 pandemic, the imposition of international sanctions, and the disruption of established trade routes are putting pressure on

logistics infrastructures, which is reflected in companies' financial performance. Disruptions in logistics processes directly translate into financial losses.

Under these new conditions, businesses are forced to reconsider their financial strategies. Digitalization plays a key role in this process. Research into the transformation of logistics systems is important for entrepreneurs in terms of developing effective mechanisms for minimizing losses and adapting to new realities.

Keywords: digital transformation, logistics, logistics activities, logistics costs, risks, financial performance, external challenges.

Как известно, первостепенной задачей логистики является доставка конечного товара от производителя к потребителю в нужные сроки и в нужном качестве при минимальной величине затрат [5]. В современной терминологии логистика понимается не только как методология управления материальными потоками, но и как система оптимизации управления производственными процессами для оптимизации и формирования интегрированных систем управления [6].

В целом, различные определения к логистике могут быть разделены на два основных подхода. Первый подход рассматривает логистику как процесс управления материальными и связанными с ними потоками (определения Савченко Е.В. и Чибиковой Т.В., Мишиной Л.А.). Второй подход трактует логистику как науку об оптимизации и управлении комплексными потоками, включающими материальные, информационные и финансовые (определения Дроздова П.А, Новакова А. А.). Логистика как система управления потоками реализует свою эффективность через ключевые принципы. Левкин Г.Г. выделяет следующие принципы логистики: саморегулирование, гибкость, минимизация объемов запасов, моделирование товародвижения, надежность в обеспечении ресурсами, экономичность [4].

Рассмотрим более подробно каждый из них.

1. Саморегулирование представляет собой способность логистики самостоятельно поддерживать оптимальный режим работы за счет встроенных механизмов.

2. Гибкость логистики заключается в способности быстро менять параметры работы в ответ на различные кризисы без существенных потерь эффективности.

3. Такой принцип логистики, как минимизация объемов запасов, можно рассматривать как снижение избыточных резервов запасов до оптимального уровня для бесперебойной работы, при сокращении затрат на хранение.

4. Моделирование товародвижения. Данный принцип означает использование аналитических инструментов для прогнозирования и оптимизации потоков.

5. Принцип надежности в обеспечении ресурсами представляет собой способность логистики гарантировать стабильное снабжение необходимыми ресурсами в требуемом объеме, качестве и сроках, независимо от внешних обстоятельств.

6. Экономичность логистики заключается в рациональном использовании ресурсов для достижения максимального результата при минимальных затратах.

Во время внешних кризисов именно такие принципы как надежность в обеспечении ресурсов и экономичность обеспечат устойчивость логистики, а гибкость и саморегулирование сделают возможным трансформацию логистики.

Логистическая стратегия организации нацелена на повышение благосостояния собственников организации на основе рационального управления всеми видами ресурсов и при обеспечении баланса интересов основных групп стейххолдеров.

Стратегия минимизации общих издержек демонстрирует ограниченную устойчивость в кризисные условия. Сокращение затрат способно повысить финансовую стабильность в краткосрочной перспективе, при этом оптимизация ресурсов приводит к неустойчивости системы. Такая стратегия работает только при стабильных экономических условиях.

Стратегия повышения качества сервиса обладает адаптивностью к краткосрочным внешним шокам, поскольку клиенты готовы больше платить за надежность поставок даже в нестабильные времена. При этом при затяжных экономических спадах спрос на качественный сервис может сократиться.

Стратегия минимизации инвестиций в логистическую инфраструктуру работоспособна в бескризисные периоды, поскольку позволяет снижать затраты и увеличивать прибыль, но при возникновении экономической нестабильности нехватка запасных мощностей и недостаточная гибкость сети поставок приводят к задержкам и дополнительным расходам, ухудшая общее положение фирмы.

При стратегии логистического аутсорсинга снижаются риски дефицита кадров и капитальных затрат, тем не менее, при внешних потрясениях, возникает риск сбоев в поставках и рост себестоимости продуктов.

Динамичная стратегия способна при необходимости к быстрой адаптации к изменяющемуся спросу, ее основным недостатком являются более высокие операционные затраты.

Стратегия союзов обеспечивает устойчивость за счет синергии с партнерами, но подразумевает при этом наличие доверительных отношений.

Основным объектом управления в процессе логистической деятельности являются логистические затраты. Общие логистические издержки включают затраты на управление логистическими процессами; затраты на осуществление логистических операций; вероятные потери от логистических рисков. Актуальная классификация логистических затрат представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Классификация логистических затрат*

*Составлено авторами по данным: [1, 4-6].

Представленная классификация логистических затрат является важным инструментом для анализа и управления расходами в цепях поставок. Она позволяет детализировать структуру, повысить точность расчета себестоимости, обеспечить прозрачность ценообразования, улучшить управленческий контроль, оптимизировать логистические процессы за счет анализа продуктивных и непродуктивных затрат.

Изменение логистических издержек напрямую влияет на многие финансовые показатели компаний. Логистические затраты (транспортировка, хранение) могут включаться в себестоимость, снижая валовую прибыль. Кроме того, логистика учитывается в коммерческих расходах (доставка клиентам), что снижает прибыль от продаж. В результате сокращается чистая прибыль компаний.

Высокие логистические затраты часто сопровождаются увеличением уровня товарных запасов, так как компании, закупая сырье и товары крупными партиями с целью снижения удельной стоимости транспортировки, увеличивают объем складских запасов. Логистика также оказывает влияние на управление дебиторской задолженностью. Увеличение логистических затрат часто приводит к росту отпускных цен на продукцию, в результате чего компания предоставляет отсрочку платежа, увеличивая сумму дебиторской задолженности. Кроме того, высокая величина логистических затрат снижают свободных денежный поток, так как часть денежных средств уходит на транспортировку и хранение. Увеличение величины запасов и дебиторской задолженности также, связывая капитал, замораживает денежные средства в активах, ограничивая ликвидность компании и создавая проблематику в части обеспечения устойчивой платежеспособности.

Таким образом, величина логистических издержек напрямую влияет на финансовый результат компании, операционный цикл, результативность управление оборотным капиталом, а, следовательно, и эффективность. Поэтому компаниям необходимо проводить мероприятия, направленные на сокращение логистических затрат. Достижение цели в части снижения их величины со стороны менеджмента компании направлено прежде всего на постоянный их анализ по направлениям: закупочные затраты, расходы на транспортировку, ремонт и обслуживание, а также издержки на реализацию продукции.

Показательным является анализ практического примера реализации политики управления логистическими затратами в современных условиях. Рассмотрим с этой целью ПАО «Северсталь», которое является поставщиком высококачественного металлопроката и стальных труб для строительства, машиностроения, автомобильной и нефтегазовой отраслей, а также входит в число крупнейших российских производителей железной руды и коксующего угля [2, 3, 7]. Компания традиционно зависит от изменений в логистике по ряду причин, в числе которых. Во-первых, ее основные производственные мощности расположены в Череповце, который находится далеко от крупных рынков сбыта и экспортных портов, что увеличивает транспортные расходы на доставку товара. Во-вторых, компания традиционно ориентировалась на экспорт.

Проведенное исследование влияния внешних шоков, в первую очередь санкций 2022 года, на логистику и финансовые показатели ПАО «Северсталь» позволило выявить ряд ключевых проблем.

1. Резких рост логистических издержек. Вынужденная переориентация экспорта с ближайших европейских рынков на удаленные рынки СНГ и Азии увеличила среднее расстояние доставки в 3,4 раза (с 2,3 тыс. км до 7,9 тыс. км). Также последовательное увеличение тарифов РЖД дополнительно увеличило транспортную составляющую затрат. Рост издержек напрямую повлиял на финансовые результаты компании: наблюдается сокращение чистой прибыли, выручки.

2. Снижения результативности процесса управления оборотным капиталом. Увеличение расстояний доставки привело к росту сроков поставки сырья и готовой продукции, что привело к увеличению производственного и операционного циклов, что существенно замедлило оборачиваемость капитала компании в целом.

3. Дисбаланс производства и сбыта. При наличии стабильного спроса на стальную продукцию наблюдается сокращение его производства, что указывает на сложности в полном удовлетворении спроса, кроме этого, резкое падение продаж железной руды, обусловленное логистической нерентабельностью поставок, так и технологическими ограничениями.

4. Необходимость масштабной перестройки логистической инфраструктуры, которая заключается в ограничениях к доступу к импортному оборудованию и программному обеспечению.

В данном случае в числе возможных путей решения проблем можно выделить следующие.

1. Оптимизация логистических маршрутов и диверсификация поставщиков/потребителей. Развитие более рентабельных альтернативных маршрутов (через порты Дальнего Востока), использование логистического аутсорсинга.

2. Внедрение цифровой логистики. Продолжение курса на увеличение инвестиций в ИТ и digital-проекты для оптимизации маршрутов.

3. Совершенствование управления запасами и оборотным капиталом. Усиление контроля за дебиторской задолженностью и денежными средствами, чтобы избежать их потери стоимости из-за инфляции и упустить возможности для инвестиций.

4. Развитие стратегических партнерств. Формирование долгосрочных согласий с ключевыми поставщиками для обеспечения стабильности цепей поставок.

А кроме того, менеджменту компании необходимо рассмотреть и расширить возможности применения на практике процессов цифровизации, которые в настоящее время являются действенным механизмом трансформации логистической отрасли, оказывая значительное влияние на структуру и объем затрат компаний. Внедрение цифровых технологий позволяет в большинстве случаев сократить издержки, повысить конкурентоспособность и оптимизировать бизнес-процессы.

Одним из направлений снижения затрат стала автоматизация рутинных и трудоемких процессов. Цифровые системы выполняют функции электронного документооборота, что дает возможность полностью отказаться от бумажных носителей. Это позволяет не только сократить издержки на печать и хранение документов, но и ускорить взаимодействие с контрагентами, минимизировать человеческие ошибки.

Внедрение систем управления складом и автономных роботов-погрузчиков позволяет оптимизировать использование складского пространства, сократить персонал, увеличить скорость комплектации и отгрузки продукции. Данные меры ведут к сокращению затрат на заработную плату и аренду помещений.

Цифровизация обеспечивает уникальный уровень управляемости и прозрачности цепочек поставок. Благодаря использованию датчиков, устанавливаемых на транспортном средстве и таре, осуществляется контроль в реальном времени за местоположением, температурой, влажностью и другими важными параметрами. Это позволяет предотвратить порчу товаров, контролировать сроки доставки и избежать простоев оборудования.

Использование искусственного интеллекта в планировании маршрутов с учетом множества факторов позволяет выбирать самый оптимальный маршрут, что приводит к экономии горюче-смазочных материалов и снижению амортизации транспорта.

При этом несмотря на очевидные преимущества, переход на цифровую логистику связан с определенными трудностями. Значительный объем затрат

на первоначальные инвестиции в приобретение ПО, интеграция новых систем, их обслуживание представляет серьезную финансовую проблему. Кроме того, что обеспечение надлежащего уровня защищенности данных влечет за собой сопутствующие финансовые вложения. Дефицит квалифицированных кадров, способных работать с современными платформами, влечет затраты на переобучение и привлечение специалистов.

Таким образом, цифровизация – ключевой драйвер снижения логистических затрат: автоматизация, аналитика данных и оптимизация процессов обеспечивает долгосрочное конкурентное преимущество. Ее практическое использование во многом может способствовать адаптироваться к внешним вызовам экономики в современных условиях.

Список литературы

1. Аль-Бхати, А.Х.А. Отражение эффективности логистической деятельности промышленного предприятия в его финансовых показателях / А.Х.А. Аль-Бхати, Г.М. Грейз // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2021. – Т. 11, № 6-1. – С. 112-121.
2. В «Северстали» рассказали о направлениях экспорта // tass URL: <https://tass.ru/ekonomika/17727719> (дата обращения: 20.08.2025).
3. Гончарова Д.А. Проблемы и перспективы развития предприятий металлургической отрасли в условиях санкций // Научный аспект. – 2023. — URL: <https://na-journal.ru/11-2023-ekonomika-menedzhment/6736-problemy-i-perspektivy-razvitiya-predpriyatiy-metallurgicheskoi-otrasli-v-usloviyah-sankcii> (дата обращения: 20.08.2025).
4. Левкин Г. Г. Логистика : учебное пособие / Г. Г. Левкин. – Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2024. – 60 с.
5. Миндубаева Н.Р. Влияние логистических решений на прибыльность предприятия // Экономика и социум. – 2021. – №4-2 (83). – С. 184-187.
6. Михайлова Д.Н. Логистика: производственная логистика / Д.Н. Михайлова, В.Г. Хабиров // Приоритетные направления развития науки в современном мире : Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, Уфа, 20 февраля 2020 года. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-издательский центр "Вестник науки", 2020. – С. 10-13.
7. Показатели и отчетность // Северсталь URL: <https://severstal.com/rus/ir/indicators-reporting/> (дата обращения: 20.08.2025).

УДК 519.237.5

ВЫБОР ШИФРА СПЕЦИАЛЬНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, СВЯЗАННЫХ С ЗАЩИТОЙ ИНФОРМАЦИИ

Краковский Ю.М., Кириллова Т.К.

Иркутский государственный университет путей сообщения, Иркутск, Россия

Обосновывается, что развитие современных информационных и коммуникационных технологий требует совершенствования средств защиты различных информационных систем. Наличие в объекте исследования средств защиты информации не относят их к специальностям, посвященных методам защиты информации, а также кибербезопасности. Шифр научной специальности определяется предметом исследования через пункты исследования паспорта с учетом наличия смежных специальностей.

Отмечается, что теоретическая и практическая значимость диссертационной работы во многом зависит от квалификации соискателя и качества учебного процесса.

Ключевые слова: цифровая экономика, защита информации, информационные системы, научные специальности, учебные планы.

SELECTING A SPECIALTY CIPHER WHEN CONDUCTING SCIENTIFIC RESEARCH RELATED TO INFORMATION SECURITY

Krakovskiy Y.M., Kirillova T.K.

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russia

It is substantiated that the development of modern information and communication technologies requires the improvement of means of protection of various information systems. The presence of information protection means in the object of study does not classify them as specialties devoted to methods of information protection, as well as cybersecurity. The code of the scientific specialty is determined by the subject of the study through the points of the passport study, taking into account the presence of related specialties. It is noted that the theoretical and practical significance of the dissertation largely depends on the qualifications of the applicant and the quality of the educational process.

Keywords: digital economy, information security, information systems, scientific specialties, curricula.

Развитие и интеграция технологических достижений цифровой экономики, включая современные информационно-коммуникационные технологии, системы искусственного интеллекта и машинного обучения, оказывают трансформирующее воздействие на различные секторы промышленности.

Как правило к технологиям цифровой экономики относят:

- автоматизацию обработки больших данных;
- облачные вычисления;
- технологии распределенных вычислений;
- различные программные и аппаратные средства и др.

Это, в свою очередь, приводит к необходимости развития и совершенствования средств защиты информационных систем организаций (ИСО) с целью обеспечения эффективности бизнеса и улучшения управления финансовой и хозяйственной деятельностью [3, 7, 9].

При этом следует отметить, что средства защиты должны присутствовать во всех ИСО независимо от их назначения и применения (государственные, муниципальные, коммерческие, корпоративные и т. д.). Это позволяет подтверждать актуальность таких исследований, получать акты внедрений, что очень важно при проведении научных работ.

Приведем некоторые определения, взятые из работы [4]:

- «Информационная система – совокупность содержащейся в базах данных информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий и технических средств»;
- «Технические средства, предназначенные для обработки

информации, содержат дополнительно программно-технические средства и средства защиты информации»;

– «Задача информации – это комплекс мероприятий, направленных на обеспечение важнейших аспектов информационной безопасности: целостности, доступности, конфиденциальности информации и ресурсов, используемых для ввода, хранения, обработки и передачи данных».

Федеральной службой по техническому и экспортному контролю создан методический документ «Методика оценки угроз безопасности информации», утвержденный 5 февраля 2021 г.

Данная Методика [4]: «Определяет порядок и содержание работ по определению угроз безопасности информации, реализация (возникновение) которых возможна в информационных системах, автоматизированных системах управления, информационно-телекоммуникационных сетях, информационно-телекоммуникационных инфраструктурах центров обработки данных и облачных инфраструктурах, а также по разработке моделей угроз безопасности информации систем и сетей».

Этот документ расширяет понятие объекта защиты, названный в данной работе ИСО. Объект защиты, определенный в Методике, учитывает технологии цифровой экономики, приведенные выше.

Также отметим, что защищенность или безопасность ИСО – это очень широкая область деятельности, связанная со способностью объекта защиты противостоять различным угрозам и инцидентам информационной безопасности за счет реализации определенных работ по их устранению. Эти работы требуют финансовых затрат и всегда выполняются при денежных ограничениях.

В связи с этим при проектировании системы защиты ИСО необходимо рассматривать экономические вопросы, связанные с распределением финансовых средств, выделяемых на информационную безопасность для обеспечения ее итоговой эффективности [1, 2, 8]. В этом направлении большое внимание уделяется вычислению показателей эффективности в виде различных рисков [5, 6].

Выдвигаемый тезис (положение): наличие в объекте исследования средств защиты информации, а тем более экономических вопросов информационной безопасности, не относят эти исследования к специальностям, посвященных методам защиты информации, а также кибербезопасности.

В нашей стране в настоящее время действуют две специальности в этом направлении:

- 2.3.6. «Методы и системы защиты информации, информационная безопасность»,

- 1.2.4. «Кибербезопасность».

Первая относится к группе научных специальностей «Информационные технологии и телекоммуникации», а вторая к группе «Компьютерные науки и информатика».

Таким образом, с одной стороны развитие технологий цифровизации экономики повышают роль методов защиты этих технологий, с другой стороны в научных исследованиях необходимо обращать внимание не на объект, а на предмет исследования, который и определяет шифр научной специальности.

В настоящее время в нашей стране действуют несколько специальностей по которым присуждаются ученые степени в технической отрасли науки.

Выделим основные шифры специальностей:

1) «Компьютерные науки и информатика» – 1.2.2. «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»;

2) «Информационные технологии и телекоммуникации» – 2.3.1. «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика»; – 2.3.3. «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»; – 2.3.5. «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей»; – 2.3.8. «Информатика и информационные процессы».

Учитывая многообразие специальностей, сформулируем второй тезис (положение 2): учитывая возрастающую роль методов защиты информации, эти вопросы должны находиться на том же уровне, что и средства математического моделирования, информационного и программного обеспечения, которые используются в научных исследованиях различных предметных областей.

В паспорте любой научной специальности имеется раздел «Направления исследований», в котором перечисляются эти направления, и раздел «Смежные специальности», в котором перечислены шифры смежных специальностей.

Так, например, в паспорте по специальности 2.3.6 указаны такие шифры смежных специальностей из рассмотренных нами:

– 1.2.4, 2.3.1, 2.3.8.

По специальности 1.2.4:

– 1.2.2, 2.3.6.

По специальности 2.3.8:

– 2.3.1, 2.3.5, 2.3.6.

Таким образом, шифр научной специальности определяется предметом исследования через пункты направлений исследования паспорта этого шифра с учетом наличия смежных специальностей.

Рассмотрим такой пример.

Пусть в предмете исследования указано, что рассматриваются методы, алгоритмы, средства и это соответствует п. 6 «Методы, алгоритмы и средства обеспечения устойчивого функционирования программно-аппаратных систем в условиях злонамеренного воздействия включая методы обfuscации и безопасной компиляции программ» из паспорта шифра 1.2.4.

Тогда можно принять, что это соответствует специальности «Кибербезопасность».

Если это соответствует п. 4 «Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта» из паспорта шифра 2.3.1, то это соответствует специальности «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы во многом зависит от квалификации соискателя, что в свою очередь определяется качеством учебного процесса.

Способность соискателя корректно идентифицировать предмет своего исследования и отнести его к соответствующей научной специальности напрямую зависит от его базовой подготовки. Эта подготовка закладывается на этапе освоения основных образовательных программ.

Рассмотрим кратко этот вопрос.

В настоящий момент учебный процесс осуществляется по трем направлениям:

- бакалавриат,
- специалитет,
- магистратура.

По направлению «Информатика и вычислительная техника» подготовка осуществляется на уровне бакалавриата и магистратуры по таким направлениям:

- «Информатика и вычислительная техника»,
- «Информационные системы и технологии»,
- «Прикладная информатика»,
- «Программная инженерия».

В рамках этих направлений используется большое число профилей, определяющих контент учебных планов.

По направлению «Информационная безопасность» подготовка осуществляется на уровне:

- бакалавриата,
- специалитета,
- магистратуры.

Бакалавриат и магистратура имеют одно направление «Информационная безопасность», но имеется возможность создания различных профилей.

Специалитет имеет пять направлений с квалификацией «Специалист по защите информации»:

- 1) «Компьютерная безопасность»,
- 2) «Информационная безопасность телекоммуникационных систем»,
- 3) «Информационная безопасность автоматизированных систем»,
- 4) «Информационно-аналитические системы безопасности»,
- 5) «Безопасность информационных технологий в правоохранительной деятельности».

В специалитете имеется возможность вводить различные специализации, влияющих на контент учебных планов.

Качество учебного процесса играет фундаментальную роль в становлении будущего исследователя. Современные образовательные стандарты и учебные планы должны обеспечивать:

- формирование методологической культуры через изучение дисциплин, посвященных основам научно-исследовательской деятельности;
- развитие критического мышления посредством анализа современных научных публикаций и дискуссий;
- освоение практических навыков исследования через участие в научных проектах и экспериментах.

Особое значение приобретает интеграция образовательного процесса с реальной научной практикой. Внедрение в учебные планы спецкурсов по методологии научных исследований, проведение научных семинаров с участием практикующих ученых, организация стажировок в научно-исследовательских институтах — все это способствует повышению качества подготовки будущих исследователей. Таким образом, между качеством образовательного процесса, уровнем подготовки соискателя и значимостью его докторской диссертации существует существенная взаимосвязь.

В ближайшие годы планируется внести изменения в названия образовательных программ, но сама структура (названия направлений) должна в среднем сохраниться. Эти изменения должны положительно повлиять на контент учебных планов и на качество образования. А отсюда и на качество научных исследований.

В заключении отметим: для подтверждения актуальности научной работы и учитывая важность вопросов защиты информации при развитии цифровой экономики, при проведении докторских исследований в объекте могут быть представлены понятия, связанные с его информационной безопасностью. Но выбор шифра научной специальности необходимо осуществлять через пункты направлений исследования паспорта с учетом наличия смежных специальностей.

Список литературы

1. Базилевский М.П. Формализация модели информационной безопасности предприятия в виде многокритериальной задачи линейного программирования / М. П. Базилевский, П. Н. Наседкин // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2023. – Т. 11, № 3(42). – С. 10-11. – DOI 10.26102/2310-6018/2023.42.3.021.
2. Ефимов Е.Н. Оценка эффективности мероприятий информационной безопасности в условиях неопределенности / Е. Н. Ефимов, Е. М. Лапицкая // Бизнес-информатика. – 2015. – № 1(31). – С. 51-57.
3. Кондауров С.Н. Проблемы обеспечения информационной безопасности в корпоративных сетях / С. Н. Кондауров, А. В. Бунина, А. В. Митрофанов // Современные информационные технологии и информационная безопасность : сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 02 февраля 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 69-72.
4. Krakovskiy Ю.М. Методы и средства защиты информации / Krakovskiy Ю.М. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 272 с.
5. Krakovskiy Ю.М. Программно-математическое обеспечение для исследования показателей эффективности экономики информационной безопасности / Ю. М.

Краковский, В. П. Киргизбаев // System Analysis and Mathematical Modeling. – 2024. – Т. 6, № 2. – С. 209-220. – DOI 10.17150/2713-1734.2024.6(2).209-220.

6. Краковский Ю.М. Формализация селективной технологии содержания инфраструктуры и страховой фонд / Ю. М. Краковский, В. А. Начигин // Мир транспорта. – 2015. – Т. 13, № 1(56). – С. 94-99.

7. Оганесян Л.Л. Проектное управление в информационной безопасности / Л. Л. Оганесян, Н. С. Козырь // Вестник Академии знаний. – 2023. – № 4(57). – С. 207-209.

8. Сизов В.А. Моделирование экономики информационной безопасности субъекта экономической деятельности на основе симплекс-метода / В. А. Сизов, А. А. Дрожкин // Вестник Российской экономического университета имени Г.В. Плеханова. – 2021. – Т. 18, № 1(115). – С. 173-178. – DOI 10.21686/2413-2829-2021-1-173-178.

9. Шпак А.А. Современные угрозы информационной безопасности / А. А. Шпак // Современное право. – 2024. – № 1. – С. 106-108. – DOI 10.25799/NI.2024.98.30.017.

УДК 631.158:631.52

ЗНАЧЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИССЛЕДОВАНИИ КЕДРА (*PINUS SIBIRICA DU TOUR*) И ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЕГО РЕСУРСОВ

¹Музыка С.М., ²Ян Шуюй

¹Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, п. Молодёжный,
Иркутский район, Россия

²Северо-Восточный университет лесного хозяйства, Харбин, Китай

Леса являются основными регуляторами климата и сохраняют среду обитания всего биоразнообразия. Многие лесные пространства претерпели значительную трансформацию, актуальной является проблема сохранения малонарушенных лесов и восстановление природной среды. *Pinus sibirica* является ценным видом с широким спектром применения в народном хозяйстве. В июле-октябре 2025 года авторами проведён первый этап широкомасштабного исследования сибирского кедра. Для изучения кедровых насаждений, выбора плюсовых деревьев, обработки и интерпретации данных следует шире применять цифровое оборудование и технологии.

Ключевые слова: цифровые средства и технологии, кедр сибирский, полевые исследования, продуктивность, сорт, генетический анализ.

THE MEANING OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE RESEARCH OF *PINUS SIBIRICA DU TOUR* AND USE THE ITS RESOURCES

¹Muzyka S.M., ²Yang Shuyu

¹Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky, Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

²Northeast Forestry University, Harbin, China

Forest are key climate regulators and maintain habitats for all biodiversity. Many forested areas have undergone significant transformation, making the conservation of intact forests and restoration of the natural environment a pressing issue. Siberian pine is a valuable tree species with a wide range of economic applications. From July to October 2025, the authors conducted the first stage of a large-scale Siberian pine study. Digital equipment and

technologies are essential for studying Siberian pine stands, selecting the best trees for breeding, and processing and interpreting the data.

Keywords: digital tools and technologies, *Pinus sibirica*, field research, productivity, variety, genetic analysis.

Развитие цифровых технологий служит драйвером усиления совершенно других технологий, и оказывает, несомненно, влияние на все сферы человеческой жизни.

Мониторинг и обеспечение стабильного качества окружающей среды обитания человека также может быть напрямую связано с цифровизацией. В связи с изменением климата погода становится все более непредсказуемой. Человечеству следует задать себе вопрос: «Как с помощью цифровых технологий преодолеть экологические кризисы и сохранить естественную среду обитания?» [7].

Стабильность климата зависит от здоровья деревьев и состояния лесных пространств в целом. Биоразнообразие создает среду обитания, которую использует человек, создавая себе комфорт. Вырубка лесов всё дальше уходит на север, где леса имеют климаторегулирующее значение за счёт регулирования атмосферных потоков влаги, направления ветра, влияния на облачность и теплообмен земной поверхности. Тем не менее, проходят интенсивные заготовки древесины на севере Иркутской области, в Эвенкийском районе Красноярского края, всё больше сокращается площадь малонарушенных лесов, а леса примагистральных районов претерпели сильную трансформацию и, по сути, превратились в плантации. В связи с этим является актуальным вопрос предотвращения нежелательного изменения климата путем восстановления лесов, которое следует начинать с севера на юг. Учитывая, что в современном мире благодаря новым технологиям, потребность человечества в древесине падает, впоследствии следует рассматривать полное прекращение интенсивных вырубок главного пользования, и восстановление исходных лесных пространств.

Кедр (*Pinus sibirica*) является ценным деревом, которым возможно не только восстанавливать вырубленные естественные леса, но и создавать и использовать новые сорта для лесных культур, для получения ценных семян-орехов и озеленения городской среды, имеет широкий спектр применения в народном хозяйстве.

Всё более актуальной становится проблема выведения высокоурожайного сорта кедра. В нашем представлении – это невысокое дерево с низкой широкой кроной, устойчивое к различным заболеваниям, изменениям климата, произрастающее на разнообразных по составу и влажности почвах, обладающее высокой продуктивностью, с крупными шишками и полноценными семенами-орехами.

В России общая площадь лесов с участием кедра более 30% составляет около 36 млн. га. Ареал распространения кедра простирается на 4500 км с запада на восток, от низовий р. Вычегды ($49^{\circ} 40'$ в.д.) до Алданского нагорья ($127^{\circ} 20'$ в. д.), а с севера на юг – на 2700 км: от Игарки ($68^{\circ} 30'$ с. ш.) до

верховий р. Орхон в Монголии. Обширный ареал кедра свидетельствует о его большой экологической адаптации и способности произрастать в самых разнообразных условиях [1]. С ботанической точки зрения сибирский кедр представляет собой вид хвойной арборифлоры, но не является настоящим кедром, относится к роду *Pinus*.

Государственная значимость заготовки семян кедра потребовала разработки специальных методов учета урожаев. В 1930 г. в г. Красноярске был создан Институт кедра, который организовал целый ряд экспедиций по изучению величины и периодичности урожаев кедра. Эти данные были необходимы для планирования объемов заготовок семян. Цена 3-5 хороших урожаев семян кедра полностью окупает стоимость древесины [5]. В 1974 г. в г. Новосибирске была создана лаборатория, ориентированная на проведение исследований по селекции кедра. Необходимость этих работ была вызвана значительным обеднением генофонда вследствие массовой вырубки в 1940-1970 гг. наиболее ценных, высокопроизводительных кедровников. Актуальным также является вопрос организации промышленного кедрового ореховодства в России, которое сдерживается отсутствием достаточного количества проверенного по вегетативному потомству отселектированного материала высокоурожайных по генотипу плюсовых деревьев и сортов-клонов, высокой трудоемкостью работ и несовершенством существующих методик определения среднемноголетней урожайности и отбора сортового материала [13].

Сибирский кедр спорадически распространён в северо-западном углу Большого Хинганского хребта. Китай взял государственный курс на решительные меры по снижению рубки естественного леса и восстановление нарушенных лесов. Внедрение и популяризация *P. sibirica* имеет большое значение для улучшения экологической структуры данной территории, поскольку Большой Хинганский хребет является одним из важнейших лесных районов Китая. Однако лесные пространства здесь сильно деградировали, причем большинство лесов представляют собой низкокачественные вторичные естественные леса. Состав отдельных пород деревьев и низкое качества лесной продукции ограничивают экономическое и социальное развитие. На месте вырубленных лесов кедр сибирский может быть использован для восстановления экосистем.

Развитие исследований кедра условно можно разделить на несколько этапов:

1. Общая оценка площадей с участием кедра при лесоустройстве.
2. Выделение орехово-промышленных зон, учет урожайности, их экономическая оценка
3. Селекция кедра, выделение плюсовых деревьев, клонирование.
4. Генетические изучения кедра.

В решении проблем повышения продуктивности, качества и устойчивости лесов в настоящее время основная роль отводится селекционным методам [4, 5, 13]. Продуктивность привитых деревьев в некоторых случаях составила в среднем 4,9 кг семян на дерево, или 786

кг/га. Выделены лучшие клоны с урожайностью семян до 7,5 кг на 1 дерево. Средние значения элементов семенной продуктивности у контрастных клонов могут отличаться в несколько раз – от 1,3 (выход семян) до 34,5 (число гнилых семян в шишке). Значительная генетическая изменчивость клоновых популяций создает реальную основу для дальнейшего отбора кедра на семенную продуктивность [4].

Привитые саженцы кедра уже в 7-10 лет вступали в репродуктивную фазу. В 20-летнем биологическом возрасте в кронах деревьев в среднем формировалось 79, а на отдельных деревьях насчитывалось более 200 зрелых шишек. В 30 лет в среднем на одном дереве было 204, а на лучших деревьях – более 400 зрелых шишек. Это свидетельствует о быстром нарастании с возрастом количества шишек в кроне. Расчетный урожай семян кедра в клоновых архивах при 250 дер/га составил: в 20 лет – 466 кг/га, а в 30 лет – 1225 кг/га. Семеношение деревьев клоновых архивов характеризовалось устойчивой динамикой урожаев [5].

Привитые черенками лучших деревьев кедра саженцы в 15-20 лет дают хозяйственno-значимые урожаи семян, т.е. на 50-70 лет раньше чем в естественных кедровниках; быстрое нарастание величины урожаев позволяет уже в 30-летнем возрасте получать на селекционных плантациях более 1000 кг/га семян; устойчивая динамика урожаев кедра обеспечит получение почти ежегодного экономического эффекта – прибыли; равномерное размещение деревьев рядами на плантации позволяет механизировать процессы внесения удобрений, борьбы с вредителями и сбор шишек, что значительно снизит себестоимость семян; созданию кедросадов благоприятствует наличие больших площадей заброшенных сенокосов, пастбищ и пашен [5].

Первым этапом селекции является инвентаризация лесных насаждений и поиск плюсовых деревьев. Даже в сплошных высокоурожайных кедровых насаждениях все деревья разные по своему внешнему виду, урожайности и, следовательно, генетическим характеристикам. Отбор деревьев кедра по семенной продуктивности, принципиально отличается от селекции на скорость роста. На первом этапе важно установить основные фенотипические признаки высокой семенной продуктивности, провести поиск по этим признакам плюсовых деревьев. На втором этапе нужно определить генетическую обусловленность семенной продуктивности отдельного дерева.

Традиционные методы отбора плюсовых деревьев предусматривают трудоемкую, небезопасную работу, результаты которой не всегда являются достоверными [5]. Отбор по продуктивности отдельных деревьев осуществляется путём глазомерной оценки семеношения, подсчёта числа шишек в кроне, учёта следов от зрелых шишек (этот показатель можно вычислить за 10-12-летний период). Учет женских побегов проводится визуально с помощью бинокля с хорошо просматриваемой стороны кроны, затем необходимо подняться в крону для более точной оценки селекционных качеств изучаемого дерева. Предварительный отбор в плюсовые деревья

осуществляется также архитектонике, развитию женского яруса, обилию и величине шишек. Дополнительно визуально определяют количество старых шишек под деревом, их размеры, наличие пустых и недоразвитых семян. Подъем в крону осуществляется на древолазах тросового типа со строгим выполнением правил техники безопасности. Специально обученный работник проводит в кроне учет женских побегов с указанием на них озимы и зрелых шишек. Удаленные ветви подтягивают с помощью 2-метрового крючка. Учет следов от зрелых шишек за 10-летний период проводят путем осмотра их под мутовками. С верхней части кроны спиливают и сбрасывают вниз 5-ю ветвь для контрольного учета следов. Одновременно стряхивают с ветвей несколько десятков шишек для взятия среднего образца из 25 шишек для определения числа и качества семян в них. После этого проводят учет женских побегов с указанием на них числа зрелых шишек на одной стороне (половине) кроны соседних 2-3 модельных деревьев, для которых на земле определяют диаметры ствола и проекции кроны, а также высоты и вычисляют показатели их энергии семеношения текущего года. С помощью бинокля при увеличении 8-12 крат с вершины дерева осматривают кроны верхнего полога древостоя на расстоянии до 100-150 м с целью обнаружения деревьев с обилием шишек и сообщают для записи на земле направление (по компасу) и примерное расстояние до этих деревьев. При осмотре отобранных деревьев вблизи проводят глазомерную оценку их семеношения и решается вопрос о необходимости проведения детального учета вышеприведенных показателей в кроне. После чего снова осуществляется подъем для выполнения этих работ в кроне [5].

Цифровизация позволяет получать более точные данные о кедрах с минимальными трудозатратами. Специальные дроны с камерами высокого разрешения могут проводить подсчет шишек в кроне и более точную оценку всего дерева, цифровыми биноклями можно записывать и фотографировать изображения в кроне, фиксировать интересующие знаки для дальнейшего анализа и документирования. Современные средства необходимость рубки ценного экземпляра дерева этого вида в научных целях исключают.

Генетические характеристики кедра начали исследовать сравнительно недавно. По способности сохранять селектируемые свойства в потомстве устанавливают генетическую ценность отобранных плюсовых деревьев. В семенном потомстве создаются специальные испытательные культуры. Если потомство устойчиво наследует важнейшие хозяйствственно-ценные признаки и свойства плюсового дерева, то такое дерево считается элитным. Древостои естественного происхождения, образовавшиеся в течение многих тысячелетий, представляют собой более разнообразный набор генотипов, в то время как культуры имеют, как правило, одинаковые генетические характеристики [2, 6, 14].

В отдельных случаях уровень генетического разнообразия сопоставим с таковым в естественных популяциях. По среднему уровню аллозимного полиморфизма искусственные насаждения кедра сибирского несколько уступают природным популяциям вида.

Доказано существование гибридов и беккросов между кедром и кедровым стлаником (*P. pumila*). Такая гибридизация представляет большой интерес по части создания новых сортов. Гибриды *Pinus sibirica* Du Tour с *Pinus pumila* Pallas Regel встречаются по всей области наложения ареалов [3]. Жизненная форма естественных гибридов промежуточная между родительскими видами: полуствелющаяся.

В связи с новыми достижениями биотехнологии, в генетический код кедра сибирского могут быть внесены изменения, которые позволят в более короткий, по сравнению с обычной селекцией, период выводить новые сорта дерева с улучшенными характеристиками.

В настоящее время методы генной инженерии могут применяться для изучения его генетических свойств. Однако продукции, полученной от трансгенных плантаций рода *Pinus*, не существует, как и самих генетически модифицированных кедров.

Специализированные программы для создания баз данных геномов и их интерпретации, алгоритмы по оптимальному освоению ресурсов кедровых лесов также могут найти свое применение [10, 11].

В 2025 году нами было проведено широкомасштабное исследование кедра с целью предварительной оценки его состояния, изучения морфологии, анатомии, физиологии и генетических свойств. Были обследованы прибайкальские, приленские, приангарские и присаянские кедровники Иркутской области, проведены экспедиции в Туруханский и Эвенкийский район Красноярского края, Республику Бурятия, получен материал для исследований из Томской области и Забайкальского края.

Самым доступными подручными цифровыми средствами, использовавшимися, нами во время полевых исследований, оказались мобильные телефоны (рис. 1-3).



Рисунок 1 – Изображение спутникового снимка с приложения мобильного телефона для геолокации объектов рода *Pinus* с неопределенными характеристиками (скриншот с экрана смартфона iQOO13, Ян Шуй, 03.10.2025)

Уже на полевом этапе была выявлена необходимость использования цифровых карт, дронов с цифровыми камерами.



Рисунок 2 – Использование камеры iQOO13 для приближения объектов рода *Pinus* с неопределенными характеристиками перед планированием пешего маршрута в горы (фото Ян Шуюй, 04.10.2025)



Рисунок 3 – Использование камеры смартфона iQOO13 для приближения объектов рода *Pinus* с неопределенными характеристиками во время подъёма в горы (фото Ян Шуюй, 05.10.2025)

Использование БПЛА позволило бы уменьшить затраты труда и времени в экспедиции на поиск плюсовых деревьев. Было бы меньше нежелательных встреч с бурым медведем, прочих рисков. Также это в целом снизит затраты на разные виды внедорожного транспорта, и сэкономит время на полевые исследования.

Заключение. На многих участках в 2025 году нами отмечено ослабление кедровых лесов и отдельных деревьев. Цифровое оборудование и

технологии могут найти широкое применение в исследовании кедра для дальнейшей стратегии его сохранения и использования. В первую очередь здесь можно выделить следующие направления:

1. Использование ГИС и спутниковых снимков для оценки распространения кедра.

2. Применение воздушных летательных аппаратов для учета урожайности и поиска плюсовых деревьев, сбора биологического материала с верхних частей крон.

3. Создание технологий заготовки орехов с помощью искусственного интеллекта без нанесения повреждений кедровому лесу.

4. Использование мобильных приложений, трекеров, средств GPS-навигации для уточнения геолокации кедровых сосен.

5. Использование лазерных сканеров для изучения структурных характеристик дерева.

6. Применение цифровых технологий, программных продуктов в изучении генетического аппарата и для селекции кедра.

Во время промышленных заготовок все идеи инноваций должны быть направлены на то, чтобы собирать больше шишки меньшими усилиями и минимальным воздействием на экосистему. В настоящее время в кедровом промысле в основном применяются традиционные методы ручного труда, хотя применение колота и других способов добычи шишек, повреждающих внешний контур ствола, запрещено правилами заготовки. На стволах образуются раневые гнили, дерево слабеет, снижается его продуктивность и продолжительность жизни.

Цифровизация позволяет разрабатывать инновационные подходы к заготовке кедрового ореха, направленные на повышение эффективности сбора, переработки и расчёта экстракции полезных веществ из шишки, скорлупы, ядра, а также других недревесных частей дерева. Перспективным является использование дронов для разведки и оценки урожая, сбора или сбивания шишек с дерева, дистанционного взятия биологического материала в горах и прочих труднодоступных местах, а также разбрасывания орехов для более широкого распространения сибирского кедра. Допустимо использование специальных механизмов типа экзоскелетов для быстрого сбора опавшей шишки с земли и её транспортировки и сортирования. Если «к железу прикрутить мозги», только паданки можно собирать до 100000 шишек в день одним устройством.

Процессные и продуктовые инновации с использованием цифровых технологий позволяют также проектировать более полное использование остатков шишки, ореховой скорлупы, недревесных частей дерева: экстракция биологически активных веществ, смол, масел, красителей, получение органических удобрений, медицинских препаратов.

Главные критерии для выбора цифровых средств и технологий при исследовании сибирской сосны и заготовке её продуктов – это отсутствие вреда для природы и самого дерева, всесторонняя польза для человека.

Список литературы

1. Васильева Г.В. Влияние климатических и географических факторов на распространение гибридов кедра сибирского и кедрового стланика / Г.В. Васильева, С.Н. Горошкевич // География и природные ресурсы. – 2022. – Т. 43, № 4. – С. 121-127.
2. Генетическое разнообразие кедра сибирского при интродукции на Южном Урале и в Башкирском Предуралье / З.Х. Шигапов, К.В. Путенихина, А.И. Шигапова [и др.] // Сибирский лесной журнал. – 2016. – № 5. – С. 137-146.
3. Естественная гибридизация кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) и кедрового стланика (*Pinus pumila* (Pallas) Regel) в южном Забайкалье / Е.А. Петрова, С.Н. Горошкевич, М.М. Белоконь [и др.] // Хвойные бореальной зоны. – 2012. – Т. 30, № 1-2. – С. 152-156.
4. Земляной А.И. Межклоновая изменчивость кедра сибирского по элементам семенной продуктивности: перспективы отбора / А.И. Земляной, Ю.Н. Ильичев, В.В. Тараканов // Хвойные бореальной зоны. – 2010. – Т. 27, № 1-2. – С. 77-82.
5. Земляной А.И. Роль селекции в решении проблем кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) / А.И. Земляной // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2013. – Т. 3, № 4. – С. 75-79.
6. Ильичев Ю.Н. Генетико-селекционные объекты кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour.) в республике Алтай: структура, стратегия совершенствования и использования / Ю.Н. Ильичев // Хвойные бореальной зоны. – 2012. – Т. 30, № 1-2. – С. 87-91.
7. Особенности цифровой эпохи / К.А. Татаринов, Н.Н. Аникиенко, И.А. Савченко, С.М. Музыка // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2023. – Т. 3, № 12(141). – С. 167-173.
8. Оценка состояния припоселковых кедровников Томской области с использованием данных дистанционного зондирования Земли / О.А. Пасько, О.С. Токарева, А.Д.А. Алшаиби [и др.] // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2019. – Т. 330, № 1. – С. 98-109.
9. Попов А.В. Внутрипопуляционная изменчивость качества шишек и семян кедра сибирского на плантации с разреженной посадкой / А.В. Попов, С.Н. Велисевич // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2021. – Т. 25, № 3. – С. 34-41.
10. Потенциальные запасы дикорастущих ресурсов Иркутской области. Монография / Я.М. Иваньо [и др.]; под редакцией Я.М. Иваньо. - Иркутск: Изд-во Иркутский ГАУ, 2017. - 156 с.
11. Региональные модели кластеров заготовки, переработки и реализации пищевой дикорастущей продукции: Монография / Я.М. Иваньо [и др.]; под редакцией Я.М. Иваньо. – Иркутск: Изд-во Иркутский ГАУ, 2019.– 132 с.
12. Система оценки лесных ресурсов японского кедра с использованием данных космической съемки / Н. Абэ, М. Тхукахара, Ф. Хомма [и др.] // Сибирский лесной журнал. – 2014. – № 5. – С. 53-68.
13. Титов Е.В. Эффективный метод определения урожайности прививок кедра сибирского / Е. В. Титов // Лесотехнический журнал. – 2015. – Т. 5, № 3(19). – С. 112-122. – DOI 10.12737/14159.
14. Study of the Genetic Mechanisms of Siberian Stone Pine (*Pinus sibirica* Du Tour) Adaptation to the Climatic and Pest Outbreak Stresses Using Dendrogenomic Approach / S.V. Novikova, N. V. Oreshkova, V. V. Sharov, Dmitry A. Kuzmin, Denis A. Demidko, Elvina M. Bisirova [et al.] // International Journal of Molecular Sciences. – 2024. – Vol. 25, No. 21.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ МАРКОВСКИХ ПРОЦЕССОВ К ВЕРОЯТНОСТНОЙ ОЦЕНКЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Овчинникова Н.И., Быкова М.А.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского
п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

В статье обосновывается необходимость применения вероятностно-статистических моделей для анализа сельскохозяйственных технологических процессов, представленных человеко-машинными системами, работающими в условиях воздействия климатических, биологических, техногенных, организационных и других случайных факторов. Использована теория непрерывных цепей Маркова, позволяющая оценивать возможные состояния технологического процесса и безотказного его функционирования. Разработанная модель применима для выявления производственных резервов, внедрения современных технологий возделывания и уборки сельскохозяйственных культур, решения организационно-технических задач.

Ключевые слова: сельскохозяйственная технологическая система, марковские случайные процессы, вероятности состояний системы.

APPLICATION OF MARKOV PROCESS THEORY TO THE PROBABILISTIC ASSESSMENT OF AGRICULTURAL TECHNOLOGICAL SYSTEMS

Ovchinnikova N.I., Bykova M.A.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

This article substantiates the need to apply probabilistic-statistical models to the analysis of agricultural technological processes represented by human-machine systems operating under the influence of climatic, biological, anthropogenic, organizational, and other random factors. The theory of continuous Markov chains is used, allowing for the assessment of possible states of the technological process and its failure-free operation. The developed model is applicable for identifying production reserves, implementing modern crop cultivation and harvesting technologies, and solving organizational and technical problems.

Keywords: agricultural technological system, Markov random processes, probabilities of system states.

Сельскохозяйственные технологические процессы (СТП) в аграрном секторе, такие как подготовка почвы к посеву, возделывание различных растений и овощей, их уборка, обработка от вредителя, заготовка кормов для животных, внесение удобрений и ряд других выполняются человеко-машинной системой, состоящей из исполнителей (трактористов, комбайнеров, водителей и т.п.) и необходимой аграрной техникой в нужной комплектации. Они взаимодействуют друг с другом и окружающей

природной средой, имеющей определенные особенности для каждого региона и вида работ, подвергаются воздействию различных случайных факторов [6]. Поэтому СТП можно рассматривать как функционирование сельскохозяйственной технологической системы (СТС), принимающей отдельные состояния, переход в которые осуществляется в случайные моменты времени и будущее состояние системы зависит только от ее текущего состояния, а не от предыстории. Кроме того, время пребывания системы в состоянии i до перехода в состояние j есть случайная величина, которая имеет экспоненциальное распределение с параметром λ_{ij} , называемым интенсивностью потока и определяемым как среднее число событий, которые появляются в единицу времени. В связи с этим, для моделирования работы такой системы можно использовать математический аппарат случайных процессов Маркова с непрерывным временем (непрерывных марковских цепей) [3].

Пусть СТС характеризуется n состояниями S_1, S_2, \dots, S_n , а переход из состояния в состояние осуществляется в любой момент времени под влиянием некоторых потоков случайных событий, например изменение погодных условий, возникновение технической неисправности, изменение психофизического состояния оператора из-за усталости и др. Одну из реализаций такого процесса можно представить графически (рис.1).

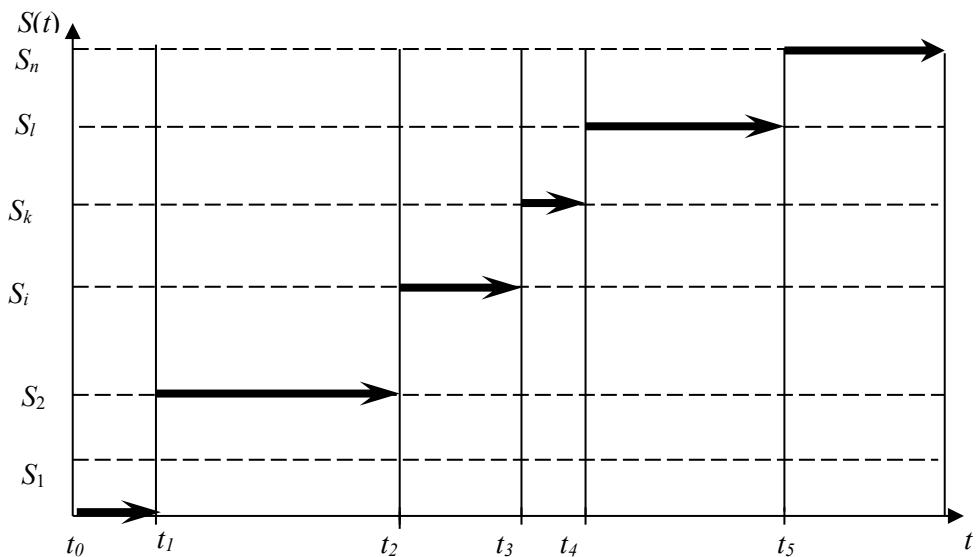


Рисунок 1 – Временная визуализация нахождения сельскохозяйственной технологической системы в отдельных состояниях

Основными характеристиками случайного процесса, являются вероятности $P_1(t), P_2(t), \dots, P_n(t)$ того, что в момент времени t система будет находиться в состоянии S_i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$), для которых справедливо нормировочное условие - сумма вероятностей всех состояний СТС равна единице:

$$\sum_{i=1}^n P_i(t) = P_1(t) + P_2(t) + \dots + P_n(t) = 1. \quad (1)$$

На основании мнемонического правила (Производная вероятности каждого состояния равна сумме всех потоков вероятностей, идущих из других состояний в данное состояние, минус сумма всех потоков вероятностей, идущих из данного состояния в другие, где потоком вероятности перехода из состояния S_i в состояние S_j называется величина $\lambda_{ij} \cdot P_i(t)$, равная произведению интенсивностей переходов в это состояние на вероятности тех состояний, откуда происходят эти переходы) составляется система дифференциальных уравнений Эрланга-Колмогорова [8] для определения вероятностей $P_i(t)$:

$$\frac{dP_i(t)}{dt} = \sum_{j=1}^n \mu_{ji} \cdot P_j(t) - P_i(t) \cdot \sum_{j=1}^n \lambda_{ij}, \quad (2)$$

где μ_{ji}, λ_{ij} - интенсивности потоков событий, переводящих систему из состояния j в i и наоборот. Для решения системы (2) используют начальные условия $P_1(0) = 1, P_2(0) = P_3(0) = \dots = P_n(0) = 0$, метод преобразования Лапласа и численный метод решения Рунге-Кутта в программной среде Mathcad [2].

В случае установления стационарного режима функционирования случайного процесса, когда переходы СТС из состояния в состояние происходят, но вероятности состояний $P_i(t)$ уже не меняются, становятся постоянными, система дифференциальных уравнений (2) преобразуется в однородную систему линейных алгебраических уравнений. Финальные (пределные) вероятности состояний при добавлении условия (1) определяются по следующей формуле [11]:

$$P_i(t) = \frac{1}{1 + \sum_{j=1}^n \frac{\lambda_{ij}}{\mu_{ji}}}, \quad (3)$$

где λ_{ij} и μ_{ji} на практике в установившемся режиме работы могут быть определены по формулам:

$$\lambda_{ij} = \frac{1}{\bar{t}_{ij}}, \mu_{ji} = \frac{1}{\bar{t}_{ji}}, \quad (4)$$

где $\bar{t}_{ij}, \bar{t}_{ji}$ ($i = \overline{1,4}; j = \overline{1,4}$) – среднее время пребывания системы в состоянии i до перехода в состояние j и наоборот, определяемое ранее методом хронометражных наблюдений или киносъемкой, в настоящее время - системой спутникового GPS/ГЛОНАСС мониторинга сельхозтехники в течении времени рабочей смены или всего периода выполнения конкретного вида сельскохозяйственных работ.

Вероятностные модели (2) и (3) с условием (4) функционирования сельскохозяйственных технологических систем были апробированы на пахотных работах, уборке трав на сено с измельчением, заготовке кормов для животных, уборке зерновых культур прямым комбайнированием и

картофелеуборке [5]. Производственная проверка показала, что полученные значения вероятностей работоспособного и неработоспособного состояний системы из-за различных причин применимы для решения целого ряда задач по внедрению ресурсосберегающих технологий выращивания и уборки сельскохозяйственных культур, комплектованию машинно-тракторно-комбайнового парка с учетом эксплуатации в различных зональных условиях, использованию квалифицированных кадров, совершенствованию организационных и управленческих действий, выявлению резервов производства.

Для описания возможности переходов СТС из одного состояния в другое и составления системы (2) широкое распространение получил графовый метод, заключающийся в том, что допустимые состояния S_i изображаются вершинами графа в виде кругов или прямоугольников, а стрелки, соединяющие вершины, обозначают интенсивности переходов в различные состояния [3].

В качестве примера построения ориентированного графа (рис. 2) рассмотрим работу сельскохозяйственной технологической системы, которая принимает следующие возможные состояния:

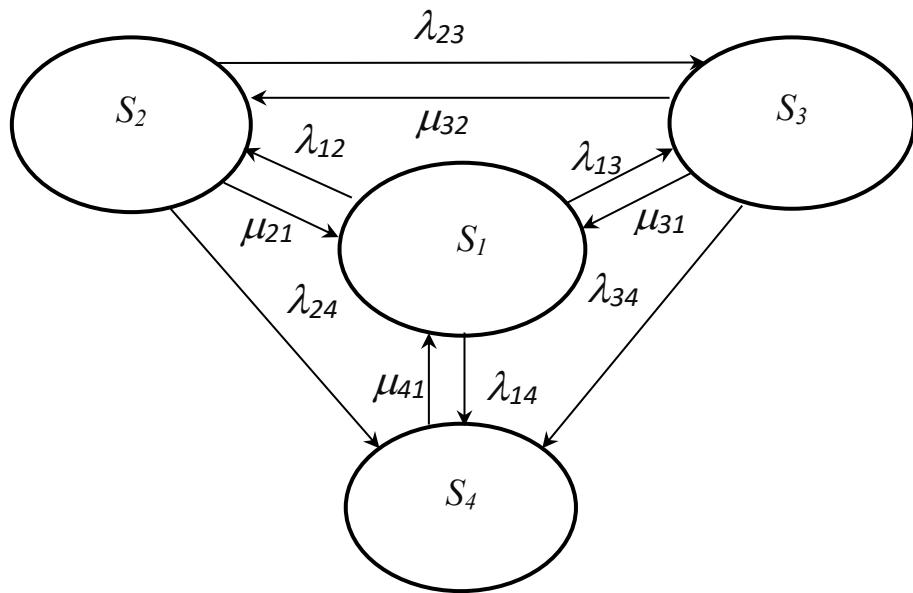


Рисунок 2 – Граф состояний сельскохозяйственной технологической системы

S_1 – работоспособное состояние, при котором выполняются соответствующие технологические операции в соответствии с установленными требованиями и параметрами;

S_2 – работоспособное состояние, при котором выполняются требуемые функции частично с отклонениями установленных показателей из-за необнаруженной причины;

S_3 – неработоспособное состояние по причине, либо возникновения неисправности используемого технического оборудования, либо пресловутого «человеческого фактора» (ошибочные организационные и управленческие решения, усталость, низкая квалификация и др.);

S_4 - неработоспособное состояние в силу форс-мажорных обстоятельств (военные действия, стихийные бедствия, эпидемии и др.)

Система дифференциальных уравнений Эрланга-Колмогорова по графу составится следующим образом:

$$\begin{cases} \frac{dP_1}{dt} = \mu_{21}P_2 + \mu_{31}P_3 + \mu_{41}P_4 - P_1(\lambda_{12} + \lambda_{13} + \lambda_{14}); \\ \frac{dP_2}{dt} = \mu_{32}P_3 + \lambda_{12}P_1 - P_2(\lambda_{23} + \mu_{21} + \lambda_{24}); \\ \frac{dP_3}{dt} = \lambda_{23}P_2 + \lambda_{13}P_1 - P_3(\mu_{32} + \mu_{31} + \lambda_{34}); \\ \frac{dP_4}{dt} = \lambda_{14}P_1 + \lambda_{24}P_2 + \lambda_{34}P_3 - \mu_{41}P_4. \end{cases} \quad (5)$$

Решение системы (5) при начальных условиях $P_1(t) = 0,6$, $P_2(t) = 0,4$, $P_3(t) = 0$, $P_4(t) = 0$ в виде вероятностей возможных состояний СТС может служить оценкой как устойчивого и надежного функционирования системы, так и возникновения рисков возникновения непредвиденных событий и случайных факторов, приводящих не только к прекращению выполнения требуемых функций и задач, но порой и к критической ситуации.

Следует отметить, что, чем детальнее описаны состояния рассматриваемой системы, обладающей марковскими свойствами (отсутствие последействия, стационарность и ординарность [8]), тем точнее можно интерпретировать полученные значения вероятностей, определять закономерности между выходными параметрами, что будет способствовать улучшению, модернизации и оптимизации сельскохозяйственных технологических процессов.

Использование вероятностных моделей на основе теории марковских процессов стало востребованным среди ученых [1,4,7-10], так как они опираются на хорошо разработанный математический аппарат, обладающий универсальностью, обеспечивающий достоверное представление явлений реального мира, позволяющий справиться с неопределенностью и изменчивостью данных, облегчающий количественную оценку прогнозов.

Список литературы

1. Белоусова Е.Е. Особенности применения методов на основе марковских цепей для прогнозирования временных рядов/Е.Е. Белоусова, А.А. Ракитский // Сб. статей по материалам Всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Обработка информации и математическое моделирование». - Новосибирск. - 2023. С. 122-126.
2. Зейфман А.И. Количественные методы исследования марковских цепей и моделей, и их приложения/ А.И. Зейфман// Отчет о НИР № 19-11-00020. Российский научный фонд. - 2020.
3. Каштанов В.А. Случайные процессы: учебник и практикум для вузов / В.А. Каштанов, Н.Ю. Энатская. – Москва: Издательство Юрайт. – 2025. – 99 с.

4. Курочкин В.Н. Приложения теории марковских процессов к техническому сервису/ В.Н.Курочкин// – Вестник аграрной науки Дона №3(23). – 2013. – С.69-77.
5. Овчинникова Н.И. Статистическая оценка показателей надежности картофелеуборочного процесса/ Н.И. Овчинникова, В. В. Боннет, А. В. Косарева, М. А. Быкова, Я. В. Боннет // Аграрный научный Журнал. - Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова. - 2023. № 9. - С. 134–138.
6. Павлидис В.Д. Стохастическое моделирование технологического процесса производства комбинированных кормов / В.Д. Павлидис, М.В. Чкалова, В.А. Шахов // Журнал «Достижения науки и техники АПК». - 2022. - Т. 36. №10. - С. 78-83.
7. Ракитский В.Н. Вероятностная модель оценки и прогнозирования риска здоровью операторов при применении пестицидов в сельском хозяйстве/ В.Н. Ракитский, Н.Г Заволокина, И.В. Березняк// Гигиена и санитария. – 2021.- С. 969-974.
8. Свешников А.А. Прикладные методы теории марковских процессов/ А.А. Свешников// Учебное пособие для вузов. - Издательство «Лань». - 2022 –192 с.
9. Смагин Б.И. Случайные явления и процессы в сельскохозяйственном производстве / Б.И. Смагин// Сб. статей по материалам Международной научно-практической конференции «Инженерное обеспечение в реализации социально-экономических и экологических программ АПК». - 2022. – Изд-во ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет». - С. 411-415.
10. Ставровский М.Е. Оценка эффективности технологической системы по критериям ее работоспособности / М.Е. Ставровский, А.Ю. Албагачиев, М.И. Сидоров, А.В. Рагуткин// Журнал «Вестник машиностроения». - 2021. - №2. - С. 81-87.
11. Устюжанин В. А. Моделирование биотехнических систем/ В.А Устюжанин, И.В. Яковлева //Учебное пособие. – Старый Оскол: ТНТ. – 2025. – 216 с.

УДК 004

ТRENДЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ АГРАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Полковская М.Н., Галимзянов Т.Р., Дьяченко А.В.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

В статье представлен анализ российских и зарубежных технологических решений, демонстрирующих значительный эффект от внедрения: автономные системы Cognitive Pilot сокращают сроки уборки до 25%, платформа «АссистАгро» позволяет снизить расход гербицидов до 30%, а система AIST компании «Инфобис» обеспечивает экономию воды до 40%. Параллельно с технологической модернизацией формируется единое цифровое пространство АПК через обязательные федеральные государственные информационные системы (ЕФГИС ЗСН, ФГИС «Семеноводство», «Сатурн», «Зерно» и «Меркурий»), обеспечивающие прозрачность и контролируемость производственных процессов. Согласно анализу перспектив цифровой трансформации аграрного производства, к 2030 году будет сформирована зрелая экосистема цифрового сельского хозяйства, характеризующаяся автоматизацией отчетности, развитием платформ-агрегаторов и прямыми поставками от производителя к потребителю. Достижение стратегических показателей будет обеспечено за счет синергии технологической модернизации, развития цифровой инфраструктуры и совершенствования государственного регулирования.

Ключевые слова: цифровая трансформация, сельское хозяйство, ЕФГИС ЗСН, ФГИС «Семеноводство», «Сатурн», «Зерно» и «Меркурий».

DIGITAL TRANSFORMATION TRENDS IN AGRICULTURAL PRODUCTION

M.N. Polkovskaya, T.R. Galimzyanov, A.V. Dyachenko

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, *Molodezhny settlement, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia*

This article presents an analysis of Russian and international technological solutions demonstrating significant implementation benefits: autonomous Cognitive Pilot systems reduce harvesting time by up to 25%, the AssistAgro platform reduces herbicide consumption by up to 30%, and the Infobis AIST system delivers water savings of up to 40%. Alongside technological modernization, a unified digital space for the agro-industrial complex is being formed through mandatory federal state information systems (EFGIS ZSN, FGIS "Seed Production", "Saturn", "Grain", and "Mercury"), ensuring the transparency and controllability of production processes. According to an analysis of the prospects for the digital transformation of agricultural production, a mature digital agriculture ecosystem will be formed by 2030, characterized by automated reporting, the development of aggregator platforms, and direct deliveries from producer to consumer. Achieving strategic indicators will be ensured through the synergy of technological modernization, the development of digital infrastructure, and improved government regulation.

Keywords: digital transformation, agriculture, Unified Federal State Information System of Agricultural Production (EFGIS ZSN), Federal State Information System «Seed Production», «Saturn», «Grain», and «Mercury».

Согласно государственной стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплекса до 2030 года [6] ключевыми ориентирами этих отраслей являются:

- увеличение объема производства продукции АПК на 25% по сравнению с 2021 годом;
- повышение экспорта минимум в 1,5 раза;
- снижение зависимости от импорта (доля импортных товаров в ВВП должна составлять не более 17%);
- переход на отечественное программное обеспечение (не менее 80% предприятий должны использовать российские решения для управления производством и бизнес-процессами);
- рост производительности труда за счет автоматизации, роботизации и внедрения искусственного интеллекта.

На сегодняшний день в аграрном производстве выделяют четыре ключевых направления применения искусственного интеллекта и автоматизации [2, 3, 5, 7, 9]:

- 1) роботизированное управление техникой;
- 2) определение состояния посевов;
- 3) поддержание условий для жизнедеятельности растений;
- 4) прогнозирование объема урожая.

Автоматизация управления сельскохозяйственной техникой снижает трудозатраты, минимизирует ошибки, ускоряет выполнение работ. Роботы и автономные системы адаптируются к условиям поля, самостоятельно определяют маршрут и выполняют операции от вспашки и внесения удобрений до сбора урожая. В таблице 1 приведены российские и зарубежные роботы и автономные системы, используемые в сельском хозяйстве.

Таблица 1 – Роботы и автономные системы, используемые в сельском хозяйстве

Страна	Разработка	Эффект
Россия	«Эрлаб» - робот модели ТМ для мониторинга теплиц	Обнаружение паразитов и болезней на ранних стадиях, сокращение затрат на СЗР до 95%, рост производительности до 50%
	Проект Минобрнауки - «Вавилов»	Выявление болезней тепличных растений с точностью >90%, в 5 раз быстрее человека.
	СКФУ - агробот «Улитка»	Распознавание зрелости 20–30 плодов за доли секунды
	Cognitive Technologies / Cognitive Pilot	Автономное управление комбайнами и тракторами, сокращение сроков уборки до 25%, потерь урожая до 13%, экономия топлива до 5%
Другие страны	Fieldwork Robotics (Великобритания) - Fieldworker 1	Сбор спелых ягод без потери качества
	Köppel (Германия) - Crawler Hydrogen	Пахота и скашивание в автоматическом режиме
	Kubota (Япония) - Kubota Agri	Беспилотное управление тракторами, распознавание объектов
	Fujian Newland Era Hi-Tech (Китай)	Робот для ухода за тепличными растениями
	FarmWise (США) - Titan FT-35	3D-распознавание растений, замена бригады прополки

Применение беспилотных летательных аппаратов, данных дистанционного зондирования Земли и технологий искусственного интеллекта для контроля посевов позволяет своевременно идентифицировать очаги заболеваний, вредителей и сорной растительности. Данный подход способствует минимизации потерь урожая, оптимизации управленческих решений и целенаправленному проведению полевых работ.

Комплексный мониторинг сельскохозяйственных угодий на основе дронов, спутниковой съемки и алгоритмов ИИ дает возможность заблаговременно обнаруживать угрозы фитосанитарного состояния посевов. В результате снижается объем недобора урожая, повышается оперативность реагирования и эффективность применяемых агротехнических мероприятий.

В таблице 2 приведены технологии мониторинга состояния сельскохозяйственных угодий. «АссистАгро» – программное обеспечение для агрономии от компании «Геомир». В основе работы продукта лежат технологии машинного зрения, автоматизированного сбора данных и их

последующего анализа. «ТелеАгроном» – сервис для оперативного мониторинга болезней и разработки стратегии защиты растений, разработанный компанией «ИнноГеоТех» и Университетом «Иннополис». Система прогнозирования болезней растений, разработанная компанией DCS, позволяет на основе аэрофотосъёмки с дронов с помощью системы компьютерного зрения выявлять очаги заболеваний на ранней стадии. Затем система учитывает историческую информацию о сезонности и полнообразности течения болезней, о прошлых инфекциях и севообороте, текущие метеорологические данные и предсказывает маршрут и динамику распространения заболеваний.

Таблица 2 – Технологии мониторинга состояния сельскохозяйственных угодий

Страна	Технология	Эффект
Россия	«Геомир» - Ассистагро	Сокращение гербицидов до 30%, распознавание 150 видов сорняков (точность 90%)
	«Инногеотех» - ТелеАгроном	Выявление болезней по спутниковым данным, рост урожайности на 15–25%
	DCS - прогнозирование болезней растений	Снижение потерь урожая в 3 раза
	«Терра Тех» - Pixel.ai	Анализ 100 км ² за 2 минуты
Другие страны	SkySquirrel Technologies (Канада) - Ariel imaging	Мониторинг состояния посевов с дронов
	BASF (Германия) - Xarvio	Мониторинг и рекомендации по защите растений
	DJ (Китай) - Agras T30	Определение доз удобрений и пестицидов по изображению

Pixel.AI – платформа автоматической интерпретации космических снимков, разработанная компанией «Терра Тех» (входит в холдинг «Российские космические системы» Госкорпорации «Роскосмос»). Некоторые возможности платформы: анализ состояния территории; оценка использования полей; классификация сельхозугодий; выделение актуальных границ полей. SkySquirrel Technologies Inc. – канадская компания, которая разрабатывает технологии на основе дронов для мониторинга здоровья культур. Её фокус – обнаружение заболеваний на виноградниках.

Xarvio – это решения для цифрового сельского хозяйства, которые разрабатывает компания BASF Digital Farming GmbH (Германия). Некоторые продукты и сервисы Xarvio: xFIELD MANAGER (для цифрового управления полями); xHEALTHY FIELDS (для создания стратегии управления полями); ONE SMART SPRAY (опрыскивание гербицидами, максимальная экономия средств). Agras T30 – профессиональный сельскохозяйственный беспилотник от китайской компании DJI. Разработан для масштабных операций опрыскивания и распыления удобрений, предназначен для коммерческого использования в агротехнических комплексах.

Следующий тип технологий на основе комплексного анализа данных о микроклимате, составе почвы и фитосанитарном состоянии посевов, системы на базе ИИ автоматически корректируют режимы орошения и внесения агрохимикатов. Результатом является повышение продуктивности культур, рационализация расхода ресурсов и поддержание идеальных параметров для их развития (табл. 3).

Путем непрерывного мониторинга ключевых показателей среды искусственный интеллект в автоматическом режиме управляет системами полива, питания и микроклимата. Это создает предпосылки для увеличения урожайности, минимизации издержек и поддержания роста сельхозкультур в оптимальном режиме.

Таблица 3 – Технологии поддержания оптимальных условий жизнедеятельности растений

Страна	Технология	Эффект
Россия	Healthy Garden - гидропоника	Урожай +30% к традиционным методам
	DCS - прогноз полива и удобрений	Урожай +20%
	«Инфобис» - AIST	Снижение расхода воды до 40%, рост урожая до 35%
	«Агросигнал»	Рост производительности в 2 раза
Другие страны	Dyson (Великобритания) - роботеплица для клубники	Урожай до 1250 тонн в год, полный ИИ-контроль, замкнутый биоэнергетический цикл
	Farmers Business Network (США) - Norm	Чат-бот-агроном для рекомендаций
	Blue River Technology (США) - See & Spray	Определение сорняков и точечное внесение пестицидов
	Manx Technology Group (Великобритания) - Soil Monitoring	Мониторинг влажности почвы и автоматизация полива

Анализ данных, поступающих с сельскохозяйственной техники, спутников и метеостанций, позволяет сформировать точный прогноз урожайности (табл. 4). Это создает основу для оптимизации севооборота, планирования логистики и минимизации потерь. Применение моделей искусственного интеллекта повышает достоверность прогнозов и обеспечивает проактивное принятие управлеченческих решений.

Заблаговременное определение ожидаемой урожайности на основе комплексной информации с полевых датчиков, орбитальных группировок и метеоданных дает возможность рационализировать севооборот, выстроить цепочки поставок и снизить риски потерь. Использование ИИ-алгоритмов значительно увеличивает точность прогнозирования и способствует стратегическому планированию.

Таблица 4 – Технологии прогнозирования объема урожая

Страна	Технология	Эффект
Россия	SmartAgro - Агроаналитика-IoT	Прогноз урожайности и планирование работ
	«Эрлаб» - прогноз в теплицах	Оценка урожая по завязям
	DCS - прогноз урожайности полей	Оптимизация севооборота
Другие страны	Archer Daniels Midland (США) - аналитика	Прогноз урожая на основе данных
	Cropin (Индия) - Cropin	Анализ урожайности с учетом множества факторов
	Planet Labs (США) - Planet	Анализ состояния полей по спутниковым данным

Как было отмечено ранее, одной из задач стратегии [6] является переход на отечественное программное обеспечение. Для производителей растениеводческой и животноводческой продукции обязательным является внесение данных в следующие информационные системы:

ЕФГИС ЗСН – для работы с полями и севооборотами. В систему вносятся сведения о каждом поле, кто им владеет и что на нём выращивается. Главная задача — подтвердить, что земля обрабатывается, а не пропаивает. Эти сведения являются основанием для получения господдержки и для проверок использования земли. Доступ к системе осуществляется через веб-портал с интуитивным интерфейсом [1].

ФГИС «Семеноводство» – для учета семян, их движения и контроля качества. Система предназначена для комплексного учета семенного материала и управления его жизненным циклом. В ней регистрируются данные о происхождении, сортовых и посевных характеристиках, а также все операции по движению и списанию. Наличие системы является обязательным условием для подтверждения качества семян и формирования пакета сопроводительной документации на произведенную продукцию. Решение построено на платформе «1С» и включает типовые модули: справочники номенклатуры, документооборот и учетные журналы.

ФГИС «Сатурн» – для работы с пестицидами и агрохимикатами. В системе регистрируются операции по их приобретению, складскому хранению, а также плановые и фактические данные о применении. Доступ к функционалу осуществляется через веб-портал Россельхознадзора, интерфейс которого включает разделы для работы с товарными накладными, складскими остатками, планами обработок и актами выполненных работ.

ФГИС «Зерно» – для учета и реализации урожая зерна. В системе осуществляется обязательная электронная регистрация партий урожая и формирование сопроводительного документа по идентификации зерна (СДИЗ), который заменяет бумажные носители. Функционал системы доступен через веб-сервис Минсельхоза, интерфейс которого включает централизованные реестры для учета партий, складских объектов и транспортных перевозок.

ФГИС «Меркурий» – для контроля за оборотом товаров животного происхождения (мясо, молоко, рыба и др.). Все действия с товарами (производство, перевозка, продажа) фиксируются в системе с помощью электронных ветеринарных сопроводительных документов (ВСД). Каждой партии продукции присваивается уникальный идентификатор (UUID), что позволяет в любой момент проследить всю её историю.

Все системы – это сайты, которые открываются через обычный браузер. Доступ открывается через личный кабинет юридического лица на портале Госуслуг (ЕСИА).

В таблице 5 приведена основная информация о перечисленных ФГИС: законы, регулирующие каждую систему; момент, в который она стала обязательной; ответственные за ее работу; ее предназначение.

Таблица 5 – Основная информация о ключевых ФГИС

Система	Закон	Когда стала обязательна	Подведомственность	Основная функция
ЕФГИС ЗСН	ФЗ №101-ФЗ «Об обороте земель сельхозназначения»	12 апреля 2018 г.	Минсельхоз РФ, Росземмониторинг	Учет земель, прав, севооборотов
ФГИС «Семеноводство»	ФЗ №22-ФЗ «О семеноводстве»	1 сентября 2024 г.	Минсельхоз РФ	Учет объемов семян и их качества
ФГИС «Сатурн»	ФЗ №109-ФЗ «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами», Пост. №828	1 сентября 2022 г.	Россельхознадзор	Контроль применения пестицидов и агрохимикатов
ФГИС «Зерно»	ФЗ №206-ФЗ «О зерне», Пост. №1722	1 сентября 2022 г.	Минсельхоз РФ	Прослеживаемость зерна и продукции
ФГИС «Меркурий»	ФЗ № 243 «О внесении изменений в Закон РФ «О ветеринарии» от 13.07.2015	1 июля 2018 г.	Россельхознадзор	Контроль оборота продукции животного происхождения

Согласно [8] цифровые технологии в управлении агропромышленного комплекса включают в себя различные аналитические инструменты и базы данных, в результате которых пользователи получат:

- 1) среднесрочные прогнозы состояния и развития основных агропродовольственных рынков;
- 2) схему размещения сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности;
- 3) оценку влияния различных вариантов аграрной политики на состояние сельского хозяйства, доходы потребителей, динамику внешней

торговли продовольствием и сельскохозяйственным сырьем, расходы консолидированного бюджета;

4) мониторинг состояния и тенденций развития исследований в области сельскохозяйственных наук;

5) мониторинг состояния плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения для обеспечения достоверной информацией о состоянии почв для последующего принятия управлеченческих решений.

В результате проведенных мероприятий ожидаются следующие результаты реализации цифровизации [8]:

1) сельскохозяйственный товаропроизводитель, подключенный к платформе цифрового сельского хозяйства (ЦСХ), получит набор инструментов, определяющих параметры планируемой культуры (животных) на основе исторических данных, соответственно параметрам и климатическими условиям в данном регионе;

2) сельскохозяйственный товаропроизводитель, подключенный к платформе ЦСХ, автоматически сдает набор агрегированных параметров, включающих в себя характеристики посевов (стада), информацию о затраченных ресурсах, локальных условиях (метео, гидро). Производственная и финансовая отчетность предоставляется автоматически в режиме, приближенном к реальному времени с минимизацией человеческого участия. Платформа ЦСХ (исключительно) в роли агрегатора услуг банков, страховых и других компаний предлагает на выбор различные варианты кредитования (страхования), складские услуги и реализацию продукции. Доступны пакеты субсидирования, персональные пакеты технологических решений для данного сельскохозяйственного товаропроизводителя. Услуги оказывают платформы банков, страховых компаний и других участников рынка;

3) множество конкурирующих, но обменивающихся технологической информацией платформ (на основе единых стандартов и правил), обеспечивают реализацию продуктов питания и сельхозпродукции по модели прямых поставок от производителя к ее конечному потребителю (модель «drop shipping»), исключающей посредника, контролируют процессы телеметрических параметров и ключевые точки (температура, влажность, сроки, позиционирование и др.). Возможно участие в электронных торгах для поставки продукции для государственных нужд. Обеспечен контроль параметров подвижных (тракторы, комбайны, поголовье скота) и стационарных (теплицы, коровники, склады и др.) производственных объектов, доступны рекомендации по периодам использования и срокам модернизации (обновления) техники, предиктивная аналитика для ремонта и логистики запасных частей;

4) реализованы платформы, обеспечивающие сопровождение процессов производства, предоставления данных по фьючерсам в разрезе конкретной культуры продукции «эко». Россия займет лидирующие позиции по производству такой продукции в мире;

5) на рынке будут представлены компании, управляющие платформами, которые обеспечивают сопровождение производства сельхозпродукции в части интернета вещей и управления техникой, приложения «Умное поле», «Умная ферма». Все отечественные производители тракторов и комбайнов будут оснащены контроллерами, совместимыми с международными стандартами и позволяющими использовать в сельском хозяйстве навесное оборудование отечественного производства;

6) в рамках Единой федеральной информационной системы земель сельскохозяйственного назначения (ЕФИС ЗСН) будет осуществлена оцифровка земель сельскохозяйственного назначения, включая состав почвы и GIS-подложку с разрешением 1 м;

7) меры государственной поддержки зависят от набора объективных данных, предоставляемых сельхозпроизводителями.

8) профильные вузы осуществляют первые выпуски и полностью реализуют программы по подготовке специалистов в области обработки данных, поддержки платформ, микроэлектроники и цифрового оборудования сельского хозяйства;

9) средние и мелкие товаропроизводители смогут повысить производительность труда через фрагментацию производства, убирацию и образование производственных цепочек с контролируемым жизненным циклом продукции. Существенно повысится и качество продукции.

10) Министерство сельского хозяйства Российской Федерации получит возможность прогнозировать цены на основные продукты перед началом сезона, что позволит обеспечить продовольственную безопасность Российской Федерации.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы. Реализация государственной стратегии развития агропромышленного комплекса до 2030 года неразрывно связана с комплексной цифровой трансформацией отрасли. Представленный анализ демонстрирует, что Россия активно развивает и внедряет передовые технологические решения в четырех ключевых направлениях: роботизация техники, мониторинг состояния посевов, автоматизация условий содержания растений и прогнозирование урожайности.

Успешное достижение стратегических показателей – увеличения объема производства на 25%, роста экспорта в 1,5 раза и снижения импортной зависимости – напрямую зависит от эффективного внедрения отечественных разработок, таких как автономные системы Cognitive Pilot, платформы анализа данных «Терра Тех» и «АссистАгро», а также роботизированных решений для тепличных комплексов.

Параллельно с технологической модернизацией происходит формирование единого цифрового пространства АПК через обязательные федеральные государственные информационные системы (ЕФИС ЗСН, ФГИС «Семеноводство», «Сатурн», «Зерно» и «Меркурий»). Эти системы обеспечивают прозрачность производственных процессов, контроль за

оборотом продукции и создают основу для адресной государственной поддержки.

Таким образом, объединение технологической модернизации, развития цифровой инфраструктуры и государственного регулирования создает прочный фундамент для достижения стратегических целей, обеспечения продовольственной безопасности России и укрепления ее позиций на мировом аграрном рынке. Дальнейшее развитие отрасли будет определяться эффективностью интеграции искусственного интеллекта, роботизации и данных в единую систему управления агропромышленным комплексом.

Список литературы

1. Геоинформационные системы как средство цифровой трансформации сельского хозяйства / Т.В. Сафонова, В.А. Попова, А.В. Мокряк [и др.] // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. – 2025. – № 1(53). – С. 44-50.
2. Костина А.Р. Цифровая трансформация в сельском хозяйстве / А.Р. Костина, О.Г. Удалова, В. В. Удалов // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XI Международной научно-практической конференции, Саратов, 15–16 мая 2024 года. – Саратов: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова", 2024. – С. 562-566.
3. Куликова Г.А. Тренды цифровой трансформации сельского хозяйства Российской Федерации в современных условиях / Г.А. Куликова, С.В. Андриянов // Вестник образовательного консорциума Среднерусский университет. Информационные технологии. – 2024. – № 2(24). – С. 60-63.
4. Мурашова Н.В. Особенности подготовки кадров для сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации отрасли / Н.В. Мурашова, О.Ю. Маримакова // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 3(142). – С. 84-93. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-2-84-93.
5. Сибиряев А.С. Цифровая трансформация и цифровые платформы в сельском хозяйстве / А.С. Сибиряев, В.Л. Зазимко, Р.Х. Додов // Вестник НГИЭИ. – 2020. – № 12(115). – С. 96-108. – DOI 10.24411/2227-9407-2020-10124.
6. Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года УТВЕРЖДЕНА распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 сентября 2022 г. № 2567-р
7. Хабарова Н.Д. Тренды цифровой трансформации в российском сельском хозяйстве / Н. Д. Хабарова // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2024. – Т. 14, № 8-1. – С. 398-408.
8. Цифровая трансформация в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cdto.work/2023/03/15/cifrovaja-transformacija-v-selskom-hozjajstve/?ysclid=mib68ko28g38331881>
9. Цифровая трансформация сельского хозяйства: от глобального до регионального уровня / А.С. Щербакова, В.А. Иванов, И.С. Мальцева, А.В. Озаровская // Journal of Agriculture and Environment. – 2024. – № 11(51). – DOI 10.60797/JAE.2024.51.10.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФЕКТОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РЕСУРС МАШИН. ЧАСТЬ 1

Репецкий О.В., Ким Х.И.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

Турбомашины — это устройства, которые передают энергию от вращающегося ротора рабочей среде (компрессоры) или от рабочей среды ротору, приводя его во вращение (турбины). В роли рабочей среды может выступать жидкость или газ (воздух). Турбомашины широко применяются в таких областях техники, как энергетика и транспорт. Рабочие лопатки ротора турбомашины играют ключевую роль в ее работе, поскольку являются основными элементами, посредством которых и происходит передача энергии от рабочей среды ротору или от ротора рабочей среде. И, как следствие, работоспособность и долговечность самой турбомашины во многом определяется работоспособностью и долговечностью рабочих лопаток ее ротора. Работоспособность турбомашины утрачивается вследствие отказов, которые могут произойти в результате разного рода дефектов и повреждений элементов конструкции, в частности рабочих лопаток ротора. Анализ влияния этих дефектов, возникающих в результате несовершенства технологических процессов изготовления конструкций, и повреждений, возникающих в результате воздействия разного рода неблагоприятных факторов при работе турбомашины, на ее долговечность необходим как при проектировании высокоресурсных турбомашин, имеющих высокие эксплуатационные характеристики, так и при их дальнейшей эксплуатации. В данном исследовании приведен анализ влияния разных видов дефектов и повреждений рабочих лопаток, включая усталость (в том числе термодинамическое повреждение), коррозию, эрозию, ползучесть и повреждения, вызванные посторонними частицами, на уровень напряжений в материале лопаток и их деформаций.

Ключевые слова: математическое моделирование, дефекты, ресурс машины, влияние дефектов, рабочая лопатка турбомашины

MATHEMATICAL MODELING OF DEFECTS AND THEIR IMPACT ON RESOURCE MACHINE. PART 1

Repetskii. O. V., Kim H. I.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk region, Irkutsk region, Russia

Turbomachines are devices that transfer energy from a rotating rotor to a working fluid (compressors) or from the working fluid to the rotor, causing it to rotate (turbines). The working fluid can be a liquid or a gas (air). Turbomachines are widely used in areas of engineering such as energy and transportation. The rotor blades of a turbomachine play a key role in its operation, as they are the primary components through which energy is transferred from the working fluid to the rotor or from the rotor to the working fluid. Consequently, the performance and longevity of the turbomachine itself are largely determined by the performance and longevity of its rotor blades. Turbomachine performance is impaired by failures that can occur as a result of various defects and damage to structural components, particularly the rotor blades. An analysis of the impact of these defects, which arise from imperfect manufacturing processes and damage

resulting from exposure to various adverse factors during turbomachine operation, on the durability of the machine is necessary both in the design of long-life turbomachines with high performance characteristics and during their subsequent operation. This study analyzes the impact of various types of defects and damage to rotor blades, including fatigue (including thermodynamic damage), corrosion, erosion, creep, and damage caused by foreign particles, on the level of stress in the blade material and its deformation.

Keywords: mathematical modeling, defects, machine life, impact of defects, working blade of turbomachine

Введение. Лопатки ротора являются основными несущими и энергогенерирующими компонентами газовых и паровых турбин, и их повреждение напрямую влияет на безопасность, эффективность и срок службы оборудования. С учетом современных требований к эффективности и росту таких параметров турбомашин, как мощность, тяга, производительность, лопатки ротора подвергаются воздействию разнообразных нагрузок высокого уровня: циклических нагрузок при колебаниях, высоких давлений и нагрузок от газовых сил, значительных центробежных сил, нагрузок от значительных переменных температур. При этом при работе лопатки взаимодействуют с агрессивной окружающей средой (коррозия и эрозия, абразивный износ). Сочетание этих факторов и эксплуатационных дефектов (микротрещины, расслоение, закупорка каналов охлаждения, попадание посторонних предметов) требует систематического анализа лопаток с повреждением. Актуальность исследования определяется высокой долей отказов турбомашин, связанных с разрушением лопаток, а также ростом требований к надёжности и продолжительности межремонтных периодов. Анализ литературы и опыт эксплуатации свидетельствует о том, что разрушения лопаток вследствие наличия в них дефектов или при их повреждениях составляют значительную долю отказов ротора, при этом ключевыми механизмами являются усталостные процессы (в том числе термомеханическая усталость), ползучесть при высоких температурах и эрозионно-коррозионный износ. Для снижения риска отказов необходимо сочетание проектных решений, правильного выбора материалов и покрытий, адекватных схем охлаждения и эффективных методов диагностики.

Цель работы — разработать методологию комплексной оценки разных видов дефектов и повреждений рабочих лопаток, оценить их влияние на напряжённо-деформированное состояние и долговечность, а также предложить практические рекомендации по проектированию, диагностике и эксплуатации турбомашин, способствующие увеличению их ресурса.

Виды дефектов и повреждений рабочих лопаток турбомашин. Дефекты и повреждения лопаток турбины могут быть различных видов (рис. 1) (трещины разного рода, раковины, эрозия гребня, расслоение и др.), что может негативным образом повлиять на их работоспособность, приведя к отказу.

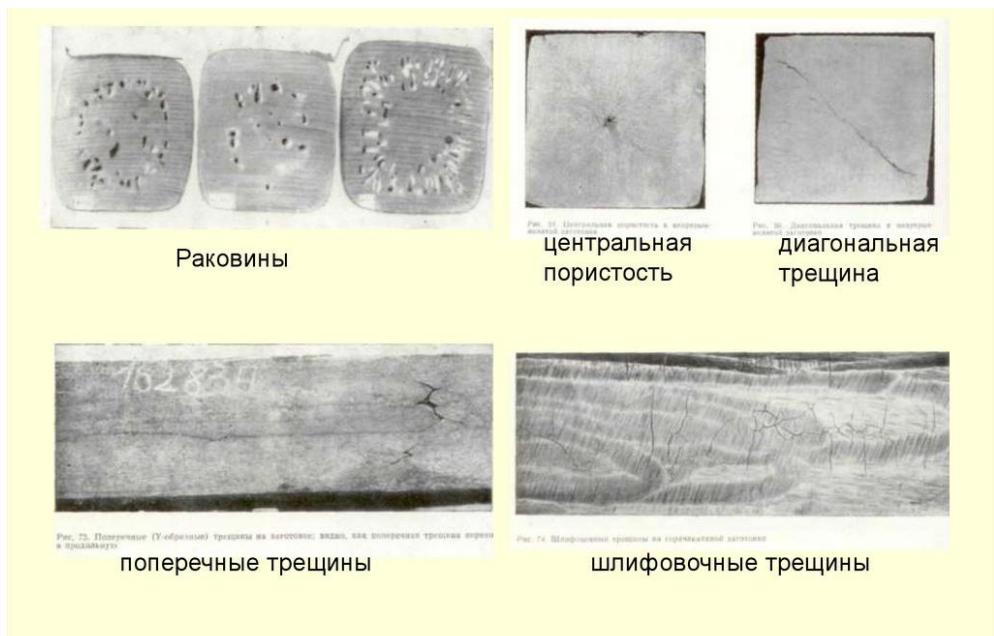


Рисунок 1 – Некоторые виды дефектов лопаток турбомашин

Повреждения лопатки могут варьироваться от незначительных (поверхностные дефекты, изменяющие геометрию профиля и шероховатость поверхности) до серьезных, приводящих к разрушению лопатки (рис. 2).

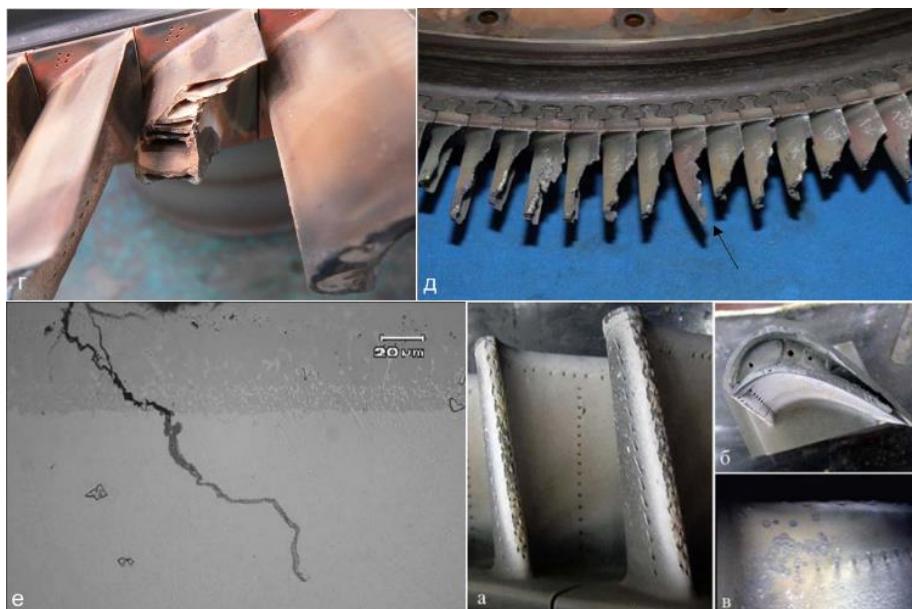


Рисунок 2 – Примеры разрушений лопаток вследствие возникновения трещин

Трещины могут возникать из-за различных факторов, таких как температурные деформации при неравномерном нагреве, а также из-за неоднородности материала.

Термомеханические усталостные повреждения вызываются сочетанием внешних нагрузок, циклов сжимающих и растягивающих нагрузок, обусловленных температурными градиентами во всех деталях конструкции ГТД. После запуска двигателя происходит неравномерный

нагрев лопаток ротора до значительных температур, а после останова происходит их охлаждение. Т.о., лопатки испытывают циклические нагрузжения, что приводит к термической усталости материала и может также стать причиной образования и распространения трещин.

Эрозия кромок является одним из наиболее распространенных повреждений, которое приводит к изменению веса, геометрии профиля, что, в свою очередь, отрицательно сказывается на прочности и газодинамике (рис. 3).



Рисунок 3 –**Виды эрозии кромок лопаток**

Повреждения посторонними предметами при эксплуатации, высокий уровень напряжений в материале лопатки или производственные дефекты могут привести к расслоению.

Следствием работы в условиях повышенных температур и напряжений является такой вид повреждения, как ползучесть, который накладывает значительные ограничения на срок службы лопаток. При нормальной эксплуатации ползучесть проявляется в виде остаточных деформаций растяжения лопатки, т.е. лопатка удлиняется в процессе эксплуатации. При достижении накопленной деформации некоторых критических значений лопатка может разрушиться.

Лопатки компрессора и турбины также могут подвергаться коррозии. Лопатки турбин подвергаются сильному окислению в результате воздействия на них газообразных продуктов сгорания, содержащих такие элементы, как сера, ванадий, свинец и бром из топлива при очень высоких температурах. Вышеперечисленные химические элементы при повышенных температурах оказывают вредное воздействие на сплавы на основе никеля, из которых изготавливаются лопатки турбин [7].

Анализ причин повреждений рабочих лопаток турбин показал, что до 50% отказов связано с исчерпанием пределов прочности и усталостью металла. [2, 3, 6, 9, 16, 17]. Лопатки турбин накапливают большое количество циклов напряжений с очень высокой скоростью. Дефекты и повреждения при этом являются резкими концентраторами напряжений и, как следствие, источниками трещин. В условиях значительных переменных нагрузок и циклического характера напряжений долговечность лопаток резко снижается. Для решения этой проблемы необходим анализ влияния тех

или иных видов дефектов и повреждений рабочих лопаток на их долговечность.

Влияние дефектов. Уровень действующих в материале лопаток напряжений значительно влияет на их долговечность. Анализу напряжений и, как следствие, их влиянию на долговечность лопаток посвящены работы многих авторов.

В работах [1, 4] представлены математическая модель и алгоритм прогнозирования ресурса рабочего колеса путем регулирования его параметров, проанализированы собственные и вынужденные колебания рабочего колеса и на их основе рассчитан ресурс рабочего колеса.

Авторами работы [8] анализируется тип компоновки лопаток и отклонение массы для блочной компоновки лопаток вдоль обода диска для определения производственных допусков, что обеспечивает надежность и долговечность турбомашины.

В работе [13] исследуется распределение напряжений в лопатке второй ступени турбины двигателя GE-F9 для трёх условий (полное охлаждение, полузакрытые охлаждающие каналы и отсутствие охлаждения). Наибольшие значения напряжений наблюдались в условиях полуохлаждения в области, прилегающей к хвостовику лопатки.

В работе [18] определена область максимальных динамических напряжений при вибрации рабочей лопатки газовой турбины с учетом распределения напряжений, возникающих в результате воздействия на нее газового потока и выхлопных газов.

Во время работы рабочее колесо подвергается воздействию высокоскоростного газа или пара высокого давления. Проходя через межлопаточные каналы между направляющими лопатками статора, рабочее колесо испытывает воздействие различных аэродинамических сил. Аэродинамические характеристики направляющей решетки являются ключевым фактором, который может существенно влиять на силу возбуждения и срок службы рабочих лопаток турбомашин. Существует несколько причин аэродинамической вибрации рабочих лопаток, но большинство из них связаны с технологическими дефектами сопловой (направляющей) решетки, неравномерным распределением потока по окружности, импульсами сопла, вызванными компонентами статора, пульсациями потока при сгорании топлива и акустическим резонансом. Рациональное распределение лопаток может снизить воздействие на рабочие лопатки и продлить их срок службы [10, 14, 15].

В работе [5] с использованием компьютерного моделирования проведен численный анализ напряженного состояния лопаток турбин при вариациях толщины, а также анализ влияния этой преднамеренной расстройки геометрических параметров на срок службы рабочего колеса. В результате проведенных исследований было установлено, что при вариации толщины лопаток возможно увеличение количества циклов до выхода рабочего колеса из строя, минимизация процентного изменения массы и увеличение собственной скорости радиальных рабочих колес.

Авторами работы [12] проведен анализ усталости на основе модели дуговых напряжений и модели усталостной долговечности для гидродинамических конструкций. Результаты анализа показали, что динамика напряжений, вызванных вибрацией, была нормальной для обоих подходов к моделированию, однако подход в частотной области нарушил предположение о нормальности.

В работе [11] для определения ресурса лопаток, обусловленного взаимодействием ползучести и усталости, использовался метод линейного суммирования повреждений, объединяющий ползучесть и усталостные повреждения. Поскольку точное прогнозирование ресурса компонентов двигателя затруднено, был выполнен анализ относительного ресурса и износа с использованием коэффициента взаимодействия ползучести и усталости, представляющего собой отношение ресурса ползучести к усталостному ресурсу, полученному в условиях эксплуатации двигателя. Процедура анализа ресурса и износа, разработанная на основе взаимодействия ползучести и усталости, была применена к большинству реальных условий эксплуатации двигателя. Было обнаружено, что ползучесть оказывает значительно большее влияние на износ, чем усталость, при всех температурах окружающей среды.

Заключение. В данной статье сделан обзор работ по анализу влияния различных видов дефектов и повреждений рабочих лопаток на их напряженно-деформированное состояние и ресурс. В результате выполненного обзора установлено, что дефекты и повреждения различных видов оказывают вредное влияние, значительно снижая долговечность рабочих лопаток. Трещины, ползучесть при высоких температурах, эрозионно-коррозионный износ, механические повреждения, вызванные посторонними предметами, и комбинированные воздействия обычно возникают в характерных местах на рабочих лопатках, таких как область в районах корня лопатки и вокруг охлаждающих отверстий, а также передняя и задняя кромки лопатки.

Геометрическая форма лопаток, качество изготовления, наличие и состояние системы охлаждения, точность балансировки и расположение статора значительно влияют на локальное распределение напряжений и температур, что, в свою очередь, влияет на вероятность возникновения трещин и ускоренного износа.

Влияние ползучести на общий ущерб при эксплуатации в условиях высоких температур сопоставимо с влиянием усталости или превышает его; поэтому при прогнозировании срока службы необходимо применять комбинированную модель, учитывающую взаимодействие между ползучестью и усталостью.

При проектировании турбины необходимо оптимизировать геометрию лопаток и расположение статора с целью минимизации аэродинамических сопротивлений, а также учитывать концентрацию напряжений у корня и расположение охлаждающих каналов.

Помимо перечисленных мер увеличению ресурса способствует:

- наличие надежной системы охлаждения с функцией регулирования потока, с использованием сплавов и покрытий с повышенной коррозионной и эрозионной стойкостью;
- наличие системы комплексного мониторинга рабочих условий во время эксплуатации турбины, проведение регулярных осмотров и неразрушающих испытаний лопаток турбины для раннего обнаружения трещин и принятие необходимых мер;
- принятие мер по предотвращению попадания посторонних предметов во время работы турбины;
- оптимизация режимов запуска и остановки для уменьшения термических циклов;
- внедрение адаптивной стратегии технического обслуживания на основе данных о состоянии оборудования.

Представленные методы и рекомендации могут служить основой для дальнейших исследований и практических внедрений в промышленности.

Благодарность. Работа финансировалась за счет средств университета (Иркутский государственный аграрный университет имени А. А. Ежевского). Данная работа выполнена в рамках гранта РНФ № 24-29-00135 «Численное исследование способов увеличения ресурсных характеристик осевых и радиальных транспортных турбомашин с помощью преднамеренной расстройки геометрических, массовых, аэродинамических и других параметров влияния». Авторы благодарят РНФ за поддержку при проведении исследований.

Список литературы

1. Богомолова Т.В. Применение ANSYS FLUENT для прочностных расчетов рабочих лопаток последних ступеней турбин / Т.В. Богомолова, О.В. Мельников // Труды МАИ. – 2013. – № 66. – С. 14.
2. Буй М.К. Разработка численных методов и программного обеспечения для прогнозирования усталостной прочности деталей турбомашин / М.К. Буй // дис. канд. техн. наук: 05.13.18, – Иркутск, 2011. – С. 220.
3. Коленъко Г.С. Нестационарные и осредненные аэродинамические нагрузки, действующие на рабочие лопатки разной геометрии / Г.С. Коленъко, А.С. Ласкин // Научно-технические ведомости СПБПУ. Естественные и инженерные науки. – 2020 – Т. 26 – № 1. – С.15–28.
4. Репецкий О.В. Компьютерный анализ ресурсных характеристик рабочих колес газотурбинных двигателей с расстройкой параметров / О.В. Репецкий, И.Н. Рыжиков, Т.К. Нгуен // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Аэрокосмическая техника. – 2018. – № 53. – С. 52-62. – DOI 10.15593/2224-9982/2018.53.05.
5. Репецкий, О. В. Математическое моделирование и численный анализ влияния толщины радиальных рабочих лопаток на долговечность энергетических турбомашин / О. В. Репецкий, Д. К. Хоанг // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2023. – № 1(29). – С. 44-53. – DOI 10.25729/ESI.2023.29.1.004.
6. Репецкий О.В. Проблемы компьютерного анализа усталостной прочности лопаток турбомашин с учетом аэродинамики и демпирования / В. М. Нгуен, О. В. Репецкий // Климат, экология, сельское хозяйство Евразии : Материалы X международной научно-практической конференции, Молодежный, 27–28 мая 2021 года. – Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2021. – С. 104-

7. Репецкий О.В. Расчет влияния существования дефекта на напряженно-деформированное состояние лопаток осевого компрессора / О.В. Репецкий, В.М. Нгуен // Климат, экология, сельское хозяйство Евразии: материалы XI Международной научно-практической конференции, Иркутск, 28–29 апреля 2022 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2022. – С. 280-289.
8. Репецкий, О. В. Численный анализ оптимизации ресурсных характеристик радиального колеса турбомашины введением преднамеренной расстройки параметров / О. В. Репецкий, Д. К. Хоанг // System Analysis and Mathematical Modeling. – 2023. – Т. 5, № 2. – С. 192-204. – DOI 10.17150/2713-1734.2023.5(2).192-204.
9. Серенсен С.В. Усталость материалов и элементов конструкций/ С. В. Серенсен// Киев: Наук. - Думка. – 1985. – 256 с.
10. Clark J. P. Using CFD to Reduce. Resonance Stresses on a Single-stage, High-Pressure Turbine Blade / J. P. Clark, A. S. Aggarwala, M. A. Velonis// ASME-Paper. – 2002. – Vol. 4 – 7 p.
11. Ebigenibo G.S. Creep-Fatigue Interaction Life Consumption of Industrial Gas Turbine Blades/ E. G. Saturday, T. Isaiah //Modern Mechanical Engineering, 2018, 8, 221-232
12. Iroizan U. Application of Spectral Method for Vibration-Induced HighCycle Fatigue Evaluation of an HP Turbine Blade/ I. Ubulom //Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, Volume 143, Issue 6, June 2021, Article number GTP-20-1395
13. Javad R. Stress analysis of a second stage gas turbine blade under asymmetric thermal gradient/ J.Rahimi, E. Poursaeidi, E.Khavasi // Mechanics & Industry 20, 607 (2019), <https://doi.org/10.1051/meca/201904>
14. Kaneko Y. Study on the Effect of Asymmetric Vane Spacing on Vibratory Stress of Blade[R] / Y. Kaneko, K. Mori, H. Okui// ASME–Paper. – 2004. – Vol.6 – 8 p.
15. Kemp R. H. Theoretical and Experimental Analysis of the Reduction of Rotor Blade Vibration in Turbomachinery through the Use of Modified Stator Vane Spacing/ R. H. Kemp, M. H. Hirschberg// NACA–tn–4373. – 1958 – 44p.
16. Theodore N. High cycle fatigue: a mechanics of materials perspective / N. Theodore // Elsevier, 2006. – 641 p.
17. Troshchenko V.T. Fatigue strength of gas turbine compressor blades/ V.T. Troshchenko, A. V. Prokopenko // Engineering Failure Analysis. – 2000. – Vol. 7(3). – P.209-220.
18. Win L. H. Finite Element Stress Analysis of Gas Turbine Blade/ W.L. Htwe // International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science (IJLTEMAS), Volume VIII, Issue I, January 2019 | ISSN 2278-2540

УДК 338.1

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФЕКТОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РЕСУРС МАШИН. ЧАСТЬ 2

Репецкий О.В., Ким Х.И.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

Рабочие лопатки являются ключевыми компонентами, определяющими производительность и надежность турбомашин. В данной работе анализируется влияние геометрических и эксплуатационных факторов на аэродинамику, динамику и

долговечность лопаток турбомашин. Рассматриваются изменения угла атаки, угла стреловидности, кривизны профиля, геометрии вала, шага лопаток, отношения углов наклона и производственные дефекты. Анализируются механизмы падения давления, возникновение переменных аэродинамических сил и их нелинейная зависимость от геометрических характеристик, с учетом термических напряжений, резонансных режимов при пуске/остановке и многоцикловой усталости. Описываются подходы к прогнозированию срока службы (детерминированные модели, спектральные методы, вероятностное проектирование и методы Монте-Карло), а также представлены практические рекомендации по оптимизации конструкции, управлению допусками, выбору материалов и мониторингу.

Ключевые слова: математическое моделирование, дефект, лопатка турбомашины, усталость, FEM, диагностика

MATHEMATICAL MODELING OF DEFECTS AND THEIR IMPACT ON RESOURCE MACHINE. PART 2

Repetskii. O.V., Kim H.I.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny settlement, Irkutsk region, Irkutsk region, Russia

Rotor blades are key components determining the performance and reliability of turbomachines. This paper analyzes the influence of geometric and operational factors on the aerodynamics, dynamics, and durability of turbomachine blades. Variations in angle of attack (AOA), sweep angle, airfoil camber, shaft geometry, blade pitch, pitch angle ratio, and manufacturing defects are considered. Pressure drop mechanisms, the occurrence of variable aerodynamic forces, and their nonlinear dependence on geometric characteristics are analyzed, with special attention to thermal stresses, resonant modes during start-up/shutdown, and high-cycle fatigue. Approaches to service life prediction (deterministic models, spectral methods, probabilistic design, and Monte Carlo methods) are described, and practical recommendations for design optimization, tolerance management, material selection, and monitoring are presented.

Keywords: mathematical modeling, defect, turbomachine blade, fatigue, FEM, diagnostics.

Введение. Рабочие и направляющие лопатки являются ключевыми элементами турбомашин, от которых во многом зависят аэродинамическая эффективность, динамическая стабильность и срок службы турбомашины. В современных энергетических и авиационных турбомашинах повышение удельных нагрузок, требования к топливной экономичности и частые варьирования режимов эксплуатации ставят перед конструкторами задачу сочетать высокую аэродинамическую эффективность с надёжностью и живучестью лопаточных венцов. Одним из направлений исследования является изучение влияния геометрических параметров сопловых и направляющих решёток: углов изгиба профиля, углов атаки и отставания, углов на среднем радиусе, формы оси лопатки, межлопаточного зазора и соотношения шаг/диаметр.

В данной работе исследуется влияние изменений геометрических и эксплуатационных параметров сопел и рабочих лопаток на аэродинамические характеристики, динамическое поведение и усталостную

надежность ступеней турбомашин, а также предлагается методология оценки ресурса, учитывающая вероятностную природу повреждений.

Анализ повреждения. Бенхадда Ямина [8] описал разработку модели лопасти ветряной турбины длиной 61,5 метра. В ходе исследования были построены геометрические модели лопастей ветряных турбин с использованием программного обеспечения COMSOL Multiphysics 6.0 и специальных инструментов для трехмерного моделирования. Сложная модель лопасти была проанализирована методом конечных элементов с использованием интерфейса многослойной оболочки, основанного на послойной теории. В конструкции лопасти используются различные материалы (слои из углерод-эпоксидной смолы, стекловинилэфира, винилхлоридного эфира и др.). Был проведен анализ собственных частот колебаний. Конструкция лопасти разделена на 19 секций, каждая из которых имеет уникальную форму профиля для оптимизации эксплуатационных характеристик. В ходе исследования были изучены гравитационные и центробежные нагрузки для всесторонней оценки поведения лопастей. Распределение напряжений по Мизесу между обшивкой и лонжеронами лопатки является ключевым фактором при комбинированных нагрузках.

Гектор Санчес [19] рассмотрел два различных подхода к оценке усталостных повреждений и прогнозированию остаточного ресурса лопастей ветряных турбин. В первом подходе использовался «метод дождя». Второй подход основан на модели усталостных повреждений, которая объясняет распространение микроповреждений, вызванных растрескиванием матрицы, что, как было показано, является причиной потери прочности.

Ф. Чианетти [8] представил инструмент для оценки и прогнозирования потенциальных усталостных повреждений в режиме онлайн путем простой обработки опорных сигналов, таких как ускорение между опорами или изгибающие моменты между опорой и основанием. Этот метод оценки преобразуется в хорошо известный цифровой код, ориентированный на систему управления, и используется для моделирования нескольких объектов в качестве совместного подхода к моделированию. Эта постановка позволила определить возможность реализации физического прототипа и использовать результат в качестве входной переменной для стратегии активного контроля, направленной на минимизацию ущерба.

Саббир Хайдер [14] смоделировал и проанализирован усталостный ресурс конструкции лопатки двигателя с учетом тепловой нагрузки. Используя трехмерную модель конструкции лопатки двигателя и программное обеспечение ANSYS, встроенное в программное обеспечение CATIA, был определен усталостный ресурс конструкции при расчете термической усталости конструкции лопатки с учетом тепловой нагрузки.

В работе [7] проведено исследование усталостных характеристик лопастей ветряных турбин. Для увеличения усталостного ресурса лопастей турбин в данном исследовании основное внимание уделяется оптимизации конструкции. Отмечена хорошая сходимость результатов численного исследования и экспериментальных данных, полученных с использованием

машин для испытания на усталость. Разработанные авторами рекомендации использовались для изготовления турбинных лопаток с увеличенным ресурсом.

В статье [15] анализ усталостных характеристик лопастей ветряных турбин в зависимости от различных частот показал, что прогнозирование срока службы является неотъемлемой частью процесса проектирования. Проведено сравнение результатов расчета усталостного ресурса в программном комплексе CATIA лопастей ветряных турбин, изготовленных из разных материалов, таких как кевлар, пластик, армированный стекловолокном и пластик, армированный углеродным волокном, с целью выбора материала, обеспечивающего максимальную долговечность.

Моделирование рабочих лопаток. Во время эксплуатации ротор компрессора вращается со скоростью до 17000 об/мин при температуре до 1600°C. При этом рабочие лопатки одновременно подвергаются воздействию значительных центробежных сил и высоких температур. Кроме этого газ, проходя через ступень осевого компрессора с большей скоростью и под высоким давлением, оказывает значительное силовое воздействие на рабочие лопатки. Т.е. на них также действуют переменные во времени аэродинамические силы. При эксплуатации двигателя в материале лопаток осевого компрессора и турбины возникают различные виды напряжений [2, 5]. Такие комплексные нагрузки требуют детального анализа и тщательно учитываться при проектировании конструкции для обеспечения ее высокой долговечности и надёжности при эксплуатации.

В работе [9] учитывается распределение напряжений, обусловленное влиянием газового потока и отработавших газов на лопатку ротора газовой турбины. Определена область максимальных динамических напряжений при колебаниях лопатки. В статье с помощью программного обеспечения SolidWorks создана модель перфорированной лопатки второй ступени осевой газовой турбины. Также при моделировании использовано программное обеспечение Matlab. Анализ напряжений методом конечных элементов для лопатки с отверстиями выполнен в программе ANSYS 14.5.

Д. С. Марин [10] провёл исследование повреждений, обнаруженных на лопастях ветряной турбины мощностью 300 киловатт. Такие повреждения в виде трещин, расположенных в области корня лопатки, систематически появляются на лопастях от значительных усталостных нагрузок. Аналогичные повреждения появлялись на лопасти в более мягких условиях эксплуатации, но в течение более длительного периода времени. В работе изучаются причины обнаруженных повреждений, что в дальнейшем может быть использовано при ремонте лопаток с аналогичными повреждениями. Описан порядок осмотра поврежденного участка. Проверялось соответствие структуры материала, установленной при проектировании, структуре реальной конструкции. Учитывалось наличие возможных дефектов при изготовлении. Результаты визуального осмотра позволили установить причины появления трещин.

Бархам Мохамад [16] разработал и внедрил метод расчета ресурса лопаток реактивных турбин, в которых при нагрузке были обнаружены участки усталости. Этот подход основан на прямом пошаговом моделировании точек нагрузки с использованием метода конечных элементов. Согласно результатам моделирования термомеханической нагрузки, распределение напряжений в корпусе лопатки оказалось приемлемым при нагрузке в рабочих условиях.

Направлением исследования изменения аэродинамических характеристик направляющей решетки является изменение геометрических параметров сопловой решетки: угла изгиба профиля направляющих лопаток, углов атаки и запаздывания лопаток, угла установки лопаток на середине радиуса и т. д. Так в исследовании [3] С. В. Караджи и Р. З. Тумашев исследовали аэродинамические характеристики лопаточных венцов с различной формой осей лопаток. Экспериментальные и расчетные данные показали, что на расчетном режиме действительно происходит падение давления за счет увеличения угла запаздывания. В исследовании [1] В.Л. Блинов разработал метод параметрического профилирования плоской решетки осевого компрессора и получил семейство оптимальных профилей в исследуемом диапазоне параметров. Им также было показано влияние формы профиля направляющих лопаток на аэродинамические характеристики потока газа в рабочие лопатки. Кроме того, Г.С. Коленко и А.С. Ласкин в работе [4] исследовали влияние следующих геометрических параметров на переменные аэродинамические силы, действующие на рабочие лопатки: осевого зазора между лопатками, шага лопаток и отношения среднего диаметра к длине рабочих лопаток. Установлено, что амплитуда и фаза переменной аэродинамической силы, действующей на рабочую лопатку, нелинейно зависят от геометрических параметров ступени.

Измененная геометрия и параметры лопатки значительно влияют на характеристики рабочего колеса и работоспособность конструкции всей турбомашины. Эти отклонения нарушают циклическую симметрию рабочего колеса турбины и называются расстройкой системы. Как правило, чем жестче производственный допуск, тем меньше отклонение массы лопатки. Т.о., на эффективность и надежность турбомашины значительное влияние оказывает степень совершенства технологических процессов ее изготовления.

В промышленности, где турбины используются для преобразования различных видов энергии, лопатки являются ключевыми элементами турбин, у которых возникают различные виды отказов. Частой причиной таких отказов является напряжение, возникающее в лопатках при их неравномерном нагреве при высоких градиентах температур. Материал, из которого изготовлены лопатки турбины, имеет решающее значение для обеспечения их термопрочности [17].

Для анализа усталостной нагрузки и последующего прогнозирования срока службы лопаток турбомашин необходимо знать историю их нагружения. Лопатка, спроектированная для безопасной эксплуатации при

определенных постоянных скоростях вращения ротора, может, однако, подвергаться разрушающему воздействию переменных нагрузок во время запуска и остановки, когда возникает большая вероятность возникновения резонансных колебаний. Однако, даже при отсутствии резонанса усталость, вызванная этими переменными нагрузками, может накапливаться и приводить к поломке [18].

Многоцикловая усталость (МЦУ), вероятно, является одним из самых дорогостоящих источников повреждений двигателей военных самолетов в процессе эксплуатации. Многоцикловая усталость лопаток и дисков турбин может представлять значительный риск для двигателя, поскольку усталостное разрушение может быть вызвано резонансными вибрационными нагрузками, которые сохраняются в течение относительно короткого времени. Общепринятым подходом к снижению риска возникновения МЦУ является предотвращение опасных резонансных режимов вибрации (режимов первых изгибных и крутильных форм колебаний) и нестабильности (флаттера и зависания при вращении) в рабочем диапазоне. Однако, полностью избежать воздействия резонансных эффектов практически невозможно из-за разных режимов полета.

Вэйфэй Ху [20] исследовал оптимизацию конструкции лопасти ветряной турбины на основе надежности с использованием новой модели неопределенности ветровой нагрузки для создания надежных и экономичных лопастей ветряных турбин. В модели неопределенности ветровой нагрузки годовые колебания ветровой нагрузки были расширены на большой пространственно-временной диапазон с использованием 249 групп данных о ветре. Используя суррогатные модели и модель неопределенности ветровой нагрузки, была рассчитана вероятность выхода из строя в течение 20-летнего срока службы и их конструктивная чувствительность в заданных расчетных точках.

В работе [12] лопатка паровой турбины испытывает усталостное напряжение из-за изменения скорости пара. Были исследованы различные типы нагрузок, действующих на лопатку паровой турбины и возникающее в результате этого напряжение на лопатке.

В статье [11] исследовался коэффициент чувствительности для определения динамических характеристик повреждений лопастей различных размеров. Результаты показали, что режим вибрации лопасти до и после повреждения является постоянным и что размер лопасти ветряной турбины существенно не влияет на режим вибрации.

Энтони Хэслэм [6] представил инструмент для оценки эксплуатационной надежности лопатки турбины высокого давления авиационного двигателя. Представлен междисциплинарный подход с использованием моделей характеристик самолета/двигателя, которые обеспечивают входные данные для модели термомеханических усталостных повреждений. В данной работе передняя кромка лопатки была выбрана в качестве критической детали при оценке степени повреждения для различных конструктивных и эксплуатационных параметров. В

исследовании также был предложен метод получения данных о степени повреждения для прогнозирования интервалов технического обслуживания.

Н.С. Вьяс [18] представил аналитический код для анализа динамических напряжений и прогнозирования усталостного ресурса лопастей. В этой статье алгоритм прогнозирования ресурса основан на комбинированном методе, который сочетает в себе подход к локальному деформированию для прогнозирования срока службы при инициировании и подход к механике разрушения для прогнозирования срока службы при распространении и оценки общего усталостного ресурса. Традиционный подход, основанный на напряжении и использующий теорию фон Мизеса, а также диаграмму средних напряжений S-N, имеет тот недостаток, что они не учитывают возможность возникновения зон пластической деформации, особенно в случаях усталости при малоцикловых нагрузках. В работе для анализа явления образования трещин были использованы концепции долговечности при растяжении.

В другой работе [13] методика вероятностного проектирования была применена к группе из десяти лопаток паровой турбины малой ступени мощностью 110 МВт, чтобы рассчитать изменения напряжений и надежности из-за изменений в демпфировании, собственных частотах, величине и плотности вибрации. Рассчитанные вибрационные нагрузки были проанализированы путем применения распределений вероятностей и статистических параметров ввода и вывода для расчета срока службы. Были применены методы Монте-Карло и стохастический метод конечных элементов.

Заключение. В данной статье проведен анализ современных исследований и методических подходов к снижению риска отказа лопаток, повышению надежности и оптимизации процесса проектирования.

Установлено, что геометрические параметры сопловой решетки и рабочих лопаток существенно влияют на распределение давления и формирование переменных аэродинамических сил. Экспериментальные и численные исследования подтверждают нелинейность амплитуды и фазы этих сил, которые изменяются в зависимости от геометрии. Для обеспечения как аэродинамической, так и динамической устойчивости необходимы параметрические исследования и многокритериальная оптимизация.

Жесткие допуски на изготовление снижают вероятность серьезных несоосностей и динамических искажений, но также увеличивают производственные затраты. Поэтому рекомендуется проектирование, основанное на обеспечении надежности, с оптимизацией на основе анализа чувствительности и оценки экономического риска, а также статистических моделей для определения разумных уровней допусков.

Термические напряжения и циклы «старт-стоп» существенно влияют на общую усталостную деформацию. Для точного прогнозирования срока службы необходимо учитывать историю нагрузления, характеристики резонансной скорости и совокупное влияние ползучести и усталости при высоких температурах. Для прогнозирования зарождения и роста дефектов

необходимо сочетание термомеханической модели конечно-элементного анализа с подходом к динамике трещин.

МЦУ остаётся основной причиной повреждений. Для снижения риска необходимы анализ мод колебаний, демпфирование и структурные изменения для предотвращения опасных резонансных мод. Если резонанс невозможно полностью устраниТЬ, необходимо соблюдать контроль и ограничивающие эксплуатационные процедуры, особенно на критических этапах, таких как разгон и торможение.

Моделирование Монте-Карло, вероятностный конечно-элементный анализ и вероятностные методы проектирования, учитывающие изменчивость геометрии, свойств материалов и эксплуатационных нагрузок, полезны для оценки надежности. Эти методы генерируют распределения вероятности отказа и позволяют принимать обоснованные решения о допуске и выборе материалов.

Из вышесказанного можно сделать следующие рекомендации, направленные на увеличение ресурса турбомашин:

- проведение оптимизации профиля лопаток и параметров вала с учётом аэродинамических и динамических факторов;
- уделение особого внимания системам охлаждения и материалам с высокой термостойкостью, а также нанесению защитных покрытий для предотвращения эрозии и коррозии;
- применение контроля значений температуры, параметров вибрации, а также методов неразрушающего контроля для раннего выявления трещин;
- использование вероятностных методов и алгоритмов Монте-Карло для планирования технического обслуживания и оценки рисков.

Благодарность

Работа финансировалась за счет средств университета (Иркутский государственный аграрный университет имени А. А. Ежевского). Данная работа выполнена в рамках гранта РНФ № 24-29-00135 «Численное исследование способов увеличения ресурсных характеристик осевых и радиальных транспортных турбомашин с помощью преднамеренной расстройки геометрических, массовых, аэродинамических и других параметров влияния». Авторы благодарят РНФ за поддержку при проведении исследований.

Список литературы

1. Блинов В.Л. Разработка принципов параметрического профилирования плоских решеток осевых компрессоров ГТУ на основании результатов многокритериальной оптимизации: дис. ... канд. техн. наук : 05.04.12 / В.Л. Блинов. – Екатеринбург, 2014. – 168 с.
2. Гецов Л. Б. Детали газовых турбин/ Л. Б. Гецов// Л.: Машиностроение, 1982. – 285 с.
3. Караджи С. В. Сравнение аэродинамических характеристик лопаточных венцов с различной формой оси лопатки/ С. В. Караджи, Р. З. Тумашев// Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies. – 2012. – Vol.3. – С.245–257
4. Коленько Г. С. Нестационарные и осредненные аэродинамические нагрузки, действующие на рабочие лопатки разной геометрии/ Г. С. Коленько, А.С. Ласкин// Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки. – 2020 – Т. 26 – № 1. – С.15–28.

5. Лозицкий Л. П. Конструкция и прочность авиационных двигателей/ Л. П. Лозицкий [и др.]// Москва «Воздушный транспорт», 1992. – 535 с.
6. Anthony H. A method for the assessment of operational severity for a high pressure turbine blade of an aero-engine/ H. Anthony, A. Abu, P. Laskaridis// Open Eng. 2015; 5:447–456
7. Barhm mohamad, Saad jabber nazal. Effects of transient load on gas turbine blade stress and fatigue life characteristic. International J. of Multidispl.Research&Advcs. in Engg.(IJMRAE), ISSN 0975-7074, Vol. 9, No. I (April 2017), pp 73-80
8. Benhadda Y. Modeling and Stress Analysis of a Wind Turbine Blade/ Y. Benhadda, K. Mendaz, M. Derkaoui, H. Azzeddine//Second International Conference on Energy Transition and Security (2ICET&S'2023)
9. Binita K. Comparative Stress Analysis of Gas Turbine Blades/G. Debasis, G. Sandip//International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), Volume 9, Issue 11, p 258-263
10. Marin J.C. Study of fatigue damage in wind turbine blades/ J.C. Marin, A. Barroso, F. Pari 's, J. Canas.//Engineering Failure Analysis 16 (2009) 656–66
11. Peng C. Influence of the blade size on the dynamic characteristic damage identification of wind turbine blades/ C. Peng, B. Chen.// Nonlinear Engineering 2023; 12: 20220261, p 1-11
12. Prabhunandan G. S, H. V. Byregowda. Static and Fatigue Analysis of a Steam Turbine Blade/ G. S. Prabhunandan, H. V. Byregowda.//International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science (IJLTEMAS). Volume V, Issue X, October 2016 | ISSN 2278-2540
13. Rodríguez. J. A. Failure Probability Estimation of Steam Turbine Blades by Enhanced Monte Carlo Method/ J. A. Rodríguez, J. C. Garcia, E Alonso, Y. E. Hamzaoui, J. M. Rodríguez, G. Urquiza.// Engineering Failure Analysis (2015), doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.engfailanal.2015.04.009>
14. Sabbir H. Fatigue Analysis of Engine Blade Structure Considering Thermal Loads/ H. Sabbir, M.D. Serajee, A. Toriqul, A.A Montasir, M. Mehedi.//Asian Journal of Engineering and Applied Technology, ISSN: 2249-068X (P), Vol.12 No.2, 2023, pp.7-23
15. Senthil K. Vibrational Fatigue Analysis of NACA 63215 Small Horizontal Axis Wind Turbine blade/ K. Senthil, M. Krishnan, R. Vijayanandh //Materials Today: Proceedings 5 (2018) 6665–6674
16. Shah. I, Khan. A, Ali. M, Shahab. S, Aziz. S, Noon. M.A.A, Tipu. J.A.K. Numerical and Experimental Analysis of Horizontal-Axis Wind Turbine Blade Fatigue Life. Materials 2023, 16, 4804. <https://doi.org/10.3390/ma16134804>
17. Utkarsh P. Stress Simulation of General Steam Turbine Blade Materials/ U. Patel, M. A. Aijaz. // International Journal of Engineering Sciences & Research Technology, 1658-1660. Patel, 2(7): July, 2013
18. Vyas N. S. Dynamic stress analysis and a fracture mechanics approach to life prediction of turbine blades/ N. S. Vyas, Sidharth, J. S. Rao. //The american society of mechanical engineers, 345 E. 47th St., New York, N.Y. 10017, 1993
19. Vyas. N. S. Fatigue Life Estimation Procedure for a Turbine Blade Under Transient Loads. Journal of Engineering for Gas Turbines and Power/ N. S. Vyas, J. S. Rao.//JANUARY 1994, Vol. 116 /199
20. Weifei H. Reliability-Based Design Optimization of Wind Turbine Blades for Fatigue Life under Wind Load Uncertainty/ H. Weifei, K.K. Choi, Hyunkyoo Cho, Nicholas J. Gaul, Olesya I. Zhupanska.// 11th World Congress on Structural and Multidisciplinary Optimisation 07th -12th, June 2015, Sydney Australia

РЕАЛИЗАЦИЯ ИНТЕГРАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С УЧЕТНЫМИ СИСТЕМАМИ 1С: ЗУП И 1С: КСУ

Рыжкова Е.Ю., Туктарова П.А.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

В статье рассматривается практический опыт реализации интеграции информационной системы «Монитор закрытия» с учетными системами 1С: ЗУП и 1С: КСУ в контексте аутсорсинговой деятельности. Особое внимание уделено особенностям интеграции в условиях распределенной ИТ-инфраструктуры при обслуживании множества клиентов. Описаны ключевые механизмы интеграции, включая СОМ-соединение для бухгалтерских систем и веб-сервисы для кадрового учета. Особое внимание уделено обеспечению оперативности передачи данных, исключению доработок в клиентских базах и использованию типовых средств платформы «1С: Предприятие». Приведены примеры кода и схемы настройки подключений, а также рассмотрены преимущества предложенного подхода с точки зрения управления бизнес-процессами закрытия отчетных периодов.

Ключевые слова: аутсорсинг бухгалтерских услуг, распределенная ИТ-инфраструктура, интеграция информационных систем, 1С: Предприятие, СОМ-соединение, веб-сервисы, мониторинг закрытия периодов, многоклиентская архитектура, 1С: ЗУП, 1С: КСУ, централизованный контроль бизнес-процессов.

IMPLEMENTATION OF INFORMATION SYSTEM INTEGRATION WITH ACCOUNTING SYSTEMS 1C: ZUP AND 1C: KSU

Ryzhkova E.Yu., Tuktarova P.A.

Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

This article examines practical experience in integrating the "Closing Monitor" information system with the 1C: Payroll and 1C: KSU accounting systems in the context of outsourcing activities. Particular attention is paid to the specifics of integration within a distributed IT infrastructure when servicing multiple clients. Key integration mechanisms are described, including a COM connection for accounting systems and web services for HR accounting. Emphasis is placed on ensuring efficient data transfer, eliminating modifications to client databases, and utilizing standard 1C: Enterprise platform tools. Code examples and connection setup diagrams are provided, and the advantages of the proposed approach for managing business processes for closing reporting periods are discussed.

Keywords: accounting outsourcing, distributed IT infrastructure, information systems integration, 1C: Enterprise, COM connection, web services, period closing monitoring, multi-tenant architecture, 1C: Payroll, 1C: KSU, centralized business process control.

В связи с доказанной эффективностью передачи на сторону выполнения вспомогательных бизнес-процессов увеличивается количество крупных аутсорсинговых организаций. Наиболее распространенным видом услуг, оказываемых сторонними организациями в России, является

бухгалтерский и кадровый аутсорсинг [2]. Тенденция к сокращению затрат на бухгалтерское и кадровое обслуживание наблюдается как в секторе госуправления при создании специализированных учреждений, таких как централизованные бухгалтерии и единые центры обслуживания при Министерствах, так и в группах компаний.

Крупные аутсорсинговые организации характеризуются большой численностью и стабильностью клиентской базы. С учетом масштаба выполняемой работы, по аналогии с производственным предприятием, в аутсорсинговой организации применяется технологическое, профессионально-квалификационное и функциональное распределение труда.

Небольшие на первый взгляд задачи, выполняемые на определенном участке работ, при наличии большого числа исполнителей превращаются в задачи, требующие особого контроля и управления. С учетом распределения труда ответственному сотруднику при выполнении определенного участка работы необходимо удостовериться, что предыдущий этап работ выполнен в полном объеме, также необходимо обладать уверенностью, что в ранее полученные данные не будут вноситься изменения, иначе будут выполнены некорректные расчеты, что приведет к искажению в учете и отчетности.

Учитывая невозможность оказания давления на сотрудников обслуживаемой организации и клиентоориентированность при предоставлении аутсорсинговых услуг выполнение работы специалистов аутсорсинговой организации часто сопровождается несвоевременностью получения первичных документов от организаций-клиентов. Данное обстоятельство выражается в нестабильности закрытия контрольных процедур той или иной организации и делает невозможным введение графика закрытия внутри аутсорсинговой организации.

Инструментом для централизованного мониторинга и анализа выполненных этапов работ, позволяющего в автоматическом режиме контролировать этапы закрытия в различных, технически не связанных базах обслуживаемых организаций, является информационная система «1С: Монитор закрытия» (далее – ИС «Монитор закрытия»), разработанная на базе платформы «1С: Предприятия», обладающая следующими преимуществами:

- оперативность информирования по статусу контрольной процедуры;
- снижение трудоемкости в части рассылки информации о закрытии;
- автоматическая блокировка пользователей, исключение возможности проведения операций после закрытия;
- снижение трудоемкости в части установки ответственным сотрудником вручную даты запрета изменения данных в базах клиентов;
- выявление «узких» мест в процессе закрытия для анализа бизнес-процессов, перераспределения функционала и нагрузки между сотрудниками;
- выявление «узких» мест в работе с Заказчиком в части качества и своевременности предоставления информации по договору оказания услуг.

Выбор в качестве инструмента реализации системы «1С: Предприятие» обусловлен тем, что информация о закрытии периодов будет передаваться в учетные системы, разработанные на базе 1С: Предприятие. Преимуществом данной системы является ее конфигурируемость [5].

Информация о выполненных этапах передается ответственным сотрудником в учетные системы в виде информации о дате запрета редактирования данных. Одним из требований к настройке обмена является исключение доработок на уровне конфигурации в учетных системах обслуживаемых организаций. Поэтому передача данных должна быть обеспечена типовыми средствами.

Платформа «1С: Предприятие» обладает широким спектром методов интеграции. За время развития платформы подходы к интеграции претерпели значительную эволюцию. Исторически интеграция с «1С» начиналась с простейших методов: обмена файлами через FTP-сервера, использования COM/DCOM для связи с настольными приложениями и прямого взаимодействия с базами данных. Интеграция осуществлялась через обмен текстовыми файлами (XML, CSV) или через прямую запись во внешние базы данных. Появление технологии COM/DCOM позволило внешним приложениям напрямую обращаться к объектам «1С» как к COM-объектам. Это дало большую гибкость, но было сложным в настройке и зависело от платформы Windows. Эти подходы, хоть и выполняли свои задачи, были сложны в поддержке, не отличались надежностью и плохо масштабировались. Методы были ненадежны, требовали сложной обработки ошибок и не поддерживали режим, близкий к реальному времени.

С развитием веб-технологий и архитектурных парадигм платформа «1С: Предприятие» эволюционировала, предложив целый арсенал современных интеграционных механизмов.

Веб-сервисы (SOAP) стали первым шагом к стандартизации межсистемного взаимодействия. Позволяли публиковать строго типизированные сервисы для обмена данными со сторонними системами, написанными на любых языках программирования. «1С» стала полноценной веб-ориентированной платформой. Это позволило создавать кроссплатформенные интеграционные решения.

С появлением в платформе механизма HTTP-сервисов «1С» полноценно вступила в эру RESTful-архитектуры. Это позволило создавать легковесные, понятные и легко интегрируемые эндпоинты для обмена данными в форматах JSON или XML. Данный подход стал фактически стандартом для интеграции с мобильными приложениями, современными CRM, BI-системами и веб-порталами. RESTful HTTP-сервисы и сегодня являются актуальным подходом интеграции. Платформа «1С» активно развивает эту модель, предоставляя возможности для создания API, удобного для интеграции с мобильными приложениями, фронтенд-фреймворками и облачными сервисами.

Ключевыми технологическими механизмами интеграции в современной «1С» являются коннекторы к внешним базам данных и работа по протоколу OData.

OData (Open Data Protocol) — это протокол, который помогает внешним приложениям получать доступ к данным системы 1С, не изменяя код прикладного решения. Он работает через веб-интерфейсы и поддерживает форматы XML и JSON. Это стандартизованный протокол для создания и потребления API. Некоторые конфигурации «1С» (например, «Бухгалтерия предприятия 3.0») предоставляют стандартный OData-интерфейс, что значительно упрощает интеграцию с такими системами, как Power BI, Excel и другими аналитическими инструментами.

Платформа предоставляет мощные средства для прямого подключения и работы с данными в сторонних СУБД (например, PostgreSQL, Microsoft SQL Server) и позволяет работать с таблицами внешних SQL-баз данных как с собственными объектами. Это полезно для интеграции со специализированными системами, где «1С» выступает в роли потребителя данных, что открывает возможности для консолидации информации из различных источников непосредственно внутри конфигураций «1С».

С появлением новых методов, инструментов и систем продолжают развиваться способы интеграции на платформе «1С: Предприятие» [1].

Используемый способ интеграции в разрабатываемой информационной системе должен обеспечивать оперативность передачи данных для исключения длительных временных разниц между записями о закрытии периода в ИС «Монитор закрытия» и в учетной системе.

Для задач бухгалтерского и налогового учета на платформе «1С Предприятие» разработан ряд специализированных типовых программных решений [4]. Некоторыми организациями используются самостоятельно разработанные корпоративные системы управления. Универсальным средством передачи информации, совместимым со всеми программными продуктами клиентов, являются средства модели межкомпонентного доступа к объектам (Component Object Model, COM) [3].

Настройки подключения хранятся в карточке организации информационной системы «Монитор закрытия» (рис. 1).

Для передачи данных между ИС «Монитор закрытия» и учетными системами для ведения бухгалтерского и налогового учета используется COM-соединение, которое представляет собой соединение процесса, использующего функциональность внешнего соединения «1С: Предприятия», с информационной базой. Это соединение предназначено для модификации данных информационной базы и выполнения другой функциональности, предоставляемой конфигурацией информационной базы.

COM-соединение создается в результате подключения к информационной базе с использованием технологии COM — специального механизма V83.COMConnector для версии платформы 8.3 и V82.COMConnector для версии платформы 8.2.

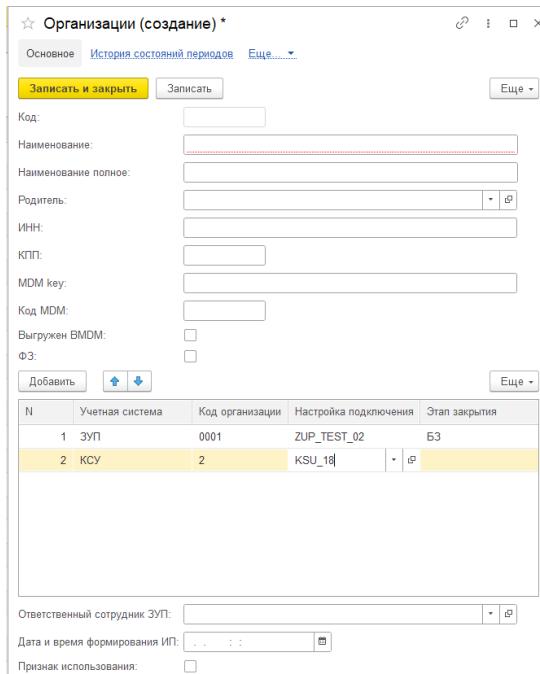


Рисунок 1 – Настройки в карточке элемента справочника «Организации»

В коде программы формируется строка параметров. Используя полученную строку, происходит подключение, с помощью которого можно собирать для анализа и обработки данные из другой базы любыми методами (рис. 2).

```

Функция ПолучитьСтрочкуКоннектораПоВерсииПлатформы(строкаВерсияПлатформы) Экспорт
строкаВерсияПлатформы = Лев(СокрЛП(строкаВерсияПлатформы), 3);

если строкаВерсияПлатформы = "8.3" Тогда
    Возврат "V83.COMConnector";
иначеЕсли строкаВерсияПлатформы = "8.2" Тогда
    Возврат "V82.COMConnector";
Иначе
    Возврат "";
КонецЕсли;
КонецФункции

```

Рисунок 2 – Получение строки коннектора по версии платформы

Основной рабочей формой информационной системы является форма обработки «Закрытие параметров Б3». В коде модуля формы обработки производится проверка прав пользователя на выполнение операций с базой (рис. 3).

При выполнении команды закрытия периода на форме обработки «Закрытие параметров Б3» выполняется код, представленный на рисунке 4. При этом, сопоставляется организация из базы клиента с элементом справочника Организации информационной системы «Монитор закрытия».

В одной базе клиента может вестись учет нескольких организаций. Не редки ситуации, когда клиенту принадлежит несколько баз и учет организаций переносится в другую базу. Поэтому для целей закрытия

периода необходимо четкое сопоставление элементов справочника «Организации» между обслуживаемыми базами и «Монитором закрытия». Задача реализуется не только путем сопоставления ИНН, КПП, Наименования, Кода элемента в справочнике, но и с помощью МДМ системы 1С.

```

&НаКлиенте
Процедура ПроверкаЮзераНаСервере ()
    строкаВерсииПлатформы = настройкаОткрытия.ВерсияПлатформы;
    Если Обработки.ЗаполнениеПараметровВ3.ЭтоКорректнаяВерсияПлатформы(строкаВерсииПлатформы) Тогда
        в8 = Новый СОМОбъект(Обработки.ЗаполнениеПараметровВ3.ПолучитьСтрочкуКоннектораНоВерсииПлатформы(строкаВерсииПлатформы));
    Иначе
        Обработки.ЗаполнениеПараметровВ3.Ошибка(Перечисления.ес_ВидыСобытийКР.ОшибкаКОМСоединения,
            "Коннектор на основе версии не найден: " + строкаВерсииПлатформы);
        Возврат;
    КонецЕсли;

    СтрокаПодключения = Обработки.ЗаполнениеПараметровВ3.ПолучитьСтрокуПодключенияИзНастройки(НастройкаОткрытия);
    Попытка
        Соединение = в8.Connect(СтрокаПодключения);
        УдаленныйПользователь = Обработки.ЗаполнениеПараметровВ3.ПолучитьУдаленногоПользователя(Соединение, Юзер);
        ЕстьПользователь = ИЕ(УдаленныйПользователь = Неопределен);
        МетаСРС
        РольНастроекВ3
        РольНастройки
        Испключение
            Если СтрНайти(ОписаниеОшибка(), "Идентификация пользователя не выполнена") > 0 Тогда
                ЕстьПользователь = Ложь;
            Иначе
                Сообщить(ОписаниеОшибка());
            КонецЕсли;
        КонецПопытки;
    КонецПроцедуры

```

Рисунок 3 – Проверка прав пользователя в базе

```

СтрокаПодключения = Обработки.ЗаполнениеПараметровВ3.ПолучитьСтрокуПодключенияИзНастройки(НастройкаОткрытия);
Попытка
    Соединение = в8.Connect(СтрокаПодключения);
    ЕстьПравоИзмененияСтрока = ЕстьПраваИзмененияИнформации(Соединение, Организация.ЭтоКСУ);
    Если Не ЕстьПраваИзмененияСтрока = "OK" Тогда
        Возврат ЕстьПравоИзмененияСтрока;
    КонецЕсли;

    фЭтоКСУ = Организация.ЭтоКСУ;
    НаименованиеОткрываемогоОтдела = ОтделУСЦ.КатегорияПользователейВ3.Ссылка;
    Если Константы.эн_ЛокальноОткрыватьКатегории.Получить() = Истина Тогда
        ОткрытьЛокальноКатегории(ОтделУСЦ);
    Обработки.ЗаполнениеПараметровВ3.Вывестисообщение(Перечисления.ес_ВидыСобытийКР.Уведомление, "Локально открыта процедура для отдела " + ОтделУСЦ.Наименование);
    Иначе
        Обработки.ЗаполнениеПараметровВ3.Вывестисообщение(Перечисления.ес_ВидыСобытийКР.Уведомление, "Нельзя локально открывать категории. " +
            "Локально не открыта процедура для отдела " + ОтделУСЦ.Наименование);
    КонецЕсли;

    НайденнаяКатегория = ПолучитьСсылкуУдаленнойКатегорииИлиОшибкаСервер(Соединение,
        НаименованиеОткрываемогоОтдела.Наименование, "открыта", фЭтоКСУ);
    Если ТипЭнч(НайденнаяКатегория) = Тип("Строка") Тогда
        Возврат НайденнаяКатегория;
    КонецЕсли;

    ДатаМесВ3 = НачалоМесяца(ДобавитьМесяц(ТекущаяДата(), -1));
    МенеджерЗаписи = Неопределен;
    Если фЭтоКСУ Тогда
        МенеджерЗаписи = Соединение.РегистрыСведений.ИЭ_ИсторияСостоянийПериодовРедактирования.СоздатьМенеджерЗаписи();
    Иначе
        МенеджерЗаписи = Соединение.РегистрыСведений.ИЭ_ИсторияСостоянийПериодовВ3.СоздатьМенеджерЗаписи();
    КонецЕсли;

    Если фЭтоКСУ ИЛИ ДобавлятьОрганизацииВ3 Тогда
        Если Не ПустаяСтрока(Организация.ММ_Кей) Тогда
            МенеджерЗаписи.Организация = Соединение.Справочники.Организации.НайтиПоРеквизиту("МДМ_Кей", Организация.МДМ_Кей);
        Иначе
            ВызватьИскключение "Нужно установить код организации в базе для организации " + Организация.Наименование;
        КонецЕсли;
    КонецЕсли;

```

Рисунок 4 – Пример кода выполнения закрытия периода в бухгалтерской системе клиента

1С МДМ – это специализированное решение для централизованного управления нормативно-справочной информацией (НСИ) и мастер-данными в корпоративной ИТ-инфраструктуре. Система обеспечивает единое хранилище для справочников и реестров, механизмы контроля качества данных, валидацию и бизнес-правила, что позволяет поддерживать консистентность информации во всех подразделениях и интегрированных системах [6].

Для ведения кадрового учета и расчета заработной платы предназначена программа 1С ЗУП [7]. В связи со сложностью учета и сопровождения программа не имеет самостоятельно разработанных аналогов на базе 1С. Встречающиеся доработки на уровне конфигурации минимальны и не затрагивают основной структуры. Поэтому для организации взаимодействия с информационными системами можно использовать любые типовые способы интеграции.

Web-сервисы – это один из механизмов платформы, используемых для интеграции с другими информационными системами. Он является средством поддержки SOA (Service-Oriented Architecture) — сервис-ориентированной архитектуры, которая является современным стандартом интеграции приложений и информационных систем [8].

В число клиентов аутсорсинговой организации могут входить юридически связанные дочерние организации, по которым может формироваться различная управленческая отчетность. Публикация Web-сервиса на стороне 1С: ЗУП позволит как выполнять обмен данными для различных целей, так и оперативно выполнять интеграцию с ИС «Монитор закрытия».

```
Функция ПолучитьСтрокаПодключенияКЗУП(НастройкаПодключения)
АдресWS = "";
УстановитьПривилегированныйРежим(Истина);

Запрос = Новый Запрос("ВЫБРАТЬ
| НастройкиПодключенияОрганизацииКБазе.ИмяБазы КАК ИмяБазы,
| НастройкиПодключенияОрганизацииКБазе.ИмяСервера КАК ИмяСервера,
| НастройкиПодключенияОрганизацииКБазе.ВерсияПлатформы КАК ВерсияПлатформы
| ИЗ
| Справочник.НастройкиПодключенияОрганизацииКБазе КАК НастройкиПодключенияОрганизацииКБазе
| ГДЕ
| НастройкиПодключенияОрганизацииКБазе.Ссылка = «НастройкаПодключения»);

Запрос.УстановитьПараметр("НастройкаПодключения", НастройкаПодключения);

Выборка = Запрос.Выполнить().Выбрать();
Выборка.Следующий();

АдресWS = "http://" + Выборка.ИмяСервера + "/" + Выборка.ИмяБазы + "/ws/integration.lcws?wsdl";

Возврат АдресWS;

КонецФункции
```

Рисунок 5 – Получение строки подключения к 1С: ЗУП

На стороны «Монитора закрытия» в коде Общего модуля укажем строку подключения к Web-сервису (рис. 5).

На стороне 1С ЗУП в справочнике Алгоритмы WS в пользовательском режиме введем код запроса для подключения к Web-сервису (рис. 6).

Таким образом, развитие аутсорсинга бухгалтерских и кадровых услуг, сопровождающееся организационным и технологическим разделением труда, приводит к росту сложности управления распределенными бизнес-процессами. Ключевой проблемой является необходимость обеспечения синхронного и корректного закрытия учетных периодов в условиях множества технически обособленных баз данных клиентов,

несвоевременного получения первичных документов и невозможности прямого административного воздействия на сотрудников заказчика.

★ ЗУП_ЗагрузкаДанныхОЗакрытииПериодаИзМонитораЗакрытия_Процессы (Алгоритмы WS)

Наименование: Код: 00000003

Родитель:

Name (как в вызове web-сервиса): ЗУП_ЗакрытиеПериодаИзМонитораЗакрытия_Процессы

Входящие параметры: П1, П2...П5
Исходящие параметры: • ЗначениеВозврат • ОписаниеВозврат • Ошибка • ОписаниеОшибка
При возврате они будут запакованы в структуру. Значения - любые сериализуемые.

Обработчик:

```
Пока Выборка Следующий() Цикл
  //запись по всем разделам

  НаборЗаписей = РегистрыСведений.ДатыЗапретаИзменения.СоздатьНаборЗаписей();
  НаборЗаписей.Отбор.Раздел.Установить(Выборка.Раздел);
  НаборЗаписей.Отбор.Пользователь.Установить(ПользовательОбщий);

  Если Выборка.Раздел = ПланыВидовХарактеристик.РазделыДатЗапретаИзменения.НайтиПоНаименованию("Графики работы") ИЛИ
    Выборка.Раздел = ПланыВидовХарактеристик.РазделыДатЗапретаИзменения.НайтиПоНаименованию("Обработка персональных данных") Тогда
    НаборЗаписей.Отбор.Объект.Установить(Выборка.Раздел);

    НоваяЗапись = НаборЗаписей.Добавить();
    НоваяЗапись.Объект = Выборка.Раздел;

    Иначе
      НаборЗаписей.Отбор.Объект.Установить(Организация);
      НоваяЗапись = НаборЗаписей.Добавить();
      НоваяЗапись.Объект = Организация;
    КонецЕсли;

    НоваяЗапись.Раздел = Выборка.Раздел;
    НоваяЗапись.Пользователь = ПользовательОбщий;
    НоваяЗапись.ДатаЗапрета = ?(ДоступЗакрыть, КонецМесяца(ДобавитьМесяц(ТекущаяДатаСеанса(),-1)), КонецМесяца(ДобавитьМесяц(ТекущаяДатаСеанса(),-2)));
    НаборЗаписей.Записать();

  КонецЦикла;

  ОбъектОбщий = ПланыВидовХарактеристик.РазделыДатЗапретаИзменения.ПустаяСсылка();
  НаборЗаписей = РегистрыСведений.ДатыЗапретаИзменения.СоздатьНаборЗаписей();
  НаборЗаписей.Отбор.Объект.Установить(ОбъектОбщий);
  НаборЗаписей.Отбор.Раздел.Установить(РазделОбщий);
```

Рисунок 6 – Пример кода запроса для подключения к Web-сервису из 1С: ЗУП

Для решения данной проблемы предложена и обоснована архитектура специализированной информационной системы «1С: Монитор закрытия». Ее ключевое преимущество заключается в обеспечении централизованного автоматизированного контроля этапов закрытия, что позволяет оперативно информировать ответственных лиц, блокировать несанкционированные изменения данных после закрытия периода и выявлять «узкие места» как во внутренних процессах аутсорсера, так и в работе с клиентами.

Реализация интеграции системы мониторинга с разнородными учетными системами клиентов требует применения гибких и универсальных механизмов. Исследование эволюции интеграционных возможностей платформы «1С: Предприятие» показало, что для передачи данных о закрытии периода в бухгалтерские системы целесообразно использовать технологию СОМ-соединения. Этот подход, несмотря на появление более современных протоколов (SOAP, REST/OData), остается актуальным, так как обеспечивает прямую оперативную модификацию данных в базах клиентов без необходимости доработки их конфигураций и совместим с любыми решениями на платформе 1С, включая самостоятельно разработанные.

Для интеграции с системой «1С: Зарплата и управление персоналом (ЗУП)», учитывая ее типовую распространенность и стабильность структуры, обосновано применение веб-сервисов (SOAP). Этот стандартизованный механизм поддерживает сервис-ориентированную

архитектуру (SOA), обеспечивает необходимую гибкость для будущих расширений и позволяет организовать двусторонний обмен данными.

Разработанный подход к построению ИС «Монитор закрытия» с использованием комбинации интеграционных технологий (СОМ для бухгалтерских систем и веб-сервисов для ЗУП) позволяет эффективно решить задачу централизованного управления критически важным процессом закрытия периодов в условиях распределенной аутсорсинговой модели. Это способствует повышению надежности учета, снижению операционных рисков и трудоемкости, а также обеспечивает основу для анализа и оптимизации бизнес-процессов аутсорсинговой организации.

Список литературы

1. Интеграция с внешними системами: Руководство разработчика: 1С: Предприятие 8.5.1. Документация. Ознакомительная версия – URL: <https://its.1c.ru/db/v851doc#bookmark:dev:TI000000783> (дата обращения: 14.04.2025).
2. Махмудов Э.Э. Аутсорсинг: достоинства и недостатки / Э.Э. Махмудов // Science Time. – 2016. - № 4 (28). – С. 513-518.
3. Передача объектов 1С: Предприятия через СОМ: Интеграция: Методическая поддержка для разработчиков и администраторов 1С: Предприятия 8 – URL: <https://its.1c.ru/db/metod8dev/content/2262/hdoc> (дата обращения: 14.04.2025).
4. Решения 1С для функциональной задачи: Бухгалтерский и налоговый учет - URL: <https://solutions.1c.ru/acc-tax/gov/?ysclid=maetwhdk6h948182123> (дата обращения: 10.04.2025).
5. Череватова Д. А., Куваева Е. Н. Обзор возможностей 1С: Предприятие для автоматизации бизнес-процессов / Д. А. Череватова, Е. Н. Куваева // Вестник науки. – 2024. - № 12 (81). – С. 483-495.
6. Что такое 1С MDM Управление нормативно-справочной информацией – URL: <https://axiont.ru/blog/obzory-programm/chto-takoe-1s-mdm-upravlenie-normativno-spravochnoy-informatsiey/> (дата обращения: 15.09.2025).
7. 1С: Зарплата и управление персоналом 8 - О решении - Описание - URL: <https://solutions.1c.ru/catalog/hrm> (дата обращения: 09.04.2025)
8. Web-сервисы | Интеграция - платформа 1С: Предприятие - URL: <https://v8.1c.ru/platforma/web-servisy/?ysclid=m9h8zg55r9334713984> (дата обращения: 10.04.2025)

УДК 338

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ НАЛОГОВЫХ АСПЕКТОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЛИЧНЫХ ПОДСОБНЫХ ХОЗЯЙСТВ ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА САМОЗАНЯТОСТЬ

Сапожникова Е.С.

ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве РФ», Москва, Россия

В статье анализируются особенности традиционной системы налогообложения личных подсобных хозяйств в рамках действующего законодательства. Рассматриваются направления цифровой трансформации налоговых аспектов функционирования подсобных хозяйств в виртуальную транзакционную среду, которая демонстрирует

прозрачность совершаемых сделок по реализации произведенной продукции и следующих за ними налоговыми платежами при переходе на самозанятость. Приводятся аргументы в пользу регистрации владельцев личных подсобных хозяйств в качестве самозанятых.

Ключевые слова: цифровизация, личные подсобные хозяйства, налоги, самозанятость.

DIGITAL TRANSFORMATION OF TAX ASPECTS OF PERSONAL SUBSIDIARY FARMS FUNCTIONING WHEN SWITCHING TO SELF-EMPLOYMENT

Sapozhnikova E.S.

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

The features of the traditional system of personal subsidiary plots of taxation within the framework of the current legislation are analyzed in the article. The directions of digital transformation of the tax aspects of the functioning of subsidiary farms into a virtual transaction environment are being considered. The virtual environment demonstrates the transparency of transactions made on the sale of manufactured products and subsequent tax payments when switching to self-employment. Arguments in favor of registering owners of personal subsidiary plots as self-employed are given.

Keywords: digitalization, personal subsidiary plots, taxes, self-employment.

Формирование многоукладной аграрной экономики в РФ привело к существенной дифференциации в системе функционирования различных категорий сельскохозяйственных производителей. Личные подсобные хозяйства (ЛПХ), характеризуясь высокой адаптивностью по отношению к динамично меняющимся условиям с одной стороны, сталкиваются с большим количеством препятствий в системе выстраивания отношений с субъектами внешнего окружения с другой. В частности, достаточно сложным является процесс внедрения инструментов цифровой экономики.

«Стратегия развития информационного общества РФ на 2017-2030 годы» определяет цифровую экономику в качестве хозяйственной деятельности, в которой ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде, обработка больших объемов и использование результатов анализа которых по сравнению с традиционными формами хозяйствования позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и оказания услуг [5]. Стоит отметить, что цифровизация экономических процессов направлена на оптимизацию всех процессов функционирования субъектов хозяйствования. Однако, готовность и способность к активному внедрению инструментов существенно отличается. Крупные предприятия различных организационно-правовых форм, располагая достаточными финансовыми ресурсами, а также высококвалифицированными кадрами, занимают лидирующие позиции в данном направлении. Личные подсобные хозяйства, напротив, в отношении

определенных аспектов деятельности тяжело включаются в цифровую среду. В частности, остро стоят вопросы налогообложения.

В настоящее время федеральная налоговая система РФ продолжает формировать виртуальную транзакционную среду, сущностью которой является прозрачность совершаемых сделок и следующих за ними налоговых платежей. Автоматизация дает возможность исчисления и удержания налогов в момент транзакций, а также упрощает процедуру их уплаты. В данном контексте говорится о бесконтактном налогообложении, которое существенно облегчает исполнение обязательств со стороны плательщиков. И если общественные формы хозяйствования в работе с контрагентами не могут действовать вне правового поля по определению и стремятся к оптимизации всех процессов, то в отношении личных подсобных хозяйств сложилась неоднозначная ситуация.

В статье 2 Федерального закона № 112-ФЗ раскрывается вопрос формы деятельности ЛПХ, которая определяется как непредпринимательская по производству и переработке сельскохозяйственной продукции. Личное подсобное хозяйство ведется гражданином самостоятельно или совместно с членами его семьи в целях удовлетворения личных потребностей на земельном участке, предоставленном и (или) приобретенном для ведения личного подсобного хозяйства. Реализация гражданами, ведущими ЛПХ, сельскохозяйственной продукции, произведенной и переработанной при его ведении, не является предпринимательской деятельностью. Таким образом, закон не исключает товарный характер функционирования личных подсобных хозяйств. В то же время уместным является вопрос о налогообложении доходов, получаемых в результате реализации продукции [2].

Налоговое законодательство дает прямое разъяснение по вопросам налогообложения товарного производства в ЛПХ. В соответствии со ст. 217 Налогового кодекса РФ освобождаются от уплаты налогов доходы от реализации продукции растениеводства и животноводства, произведенной в личных подсобных хозяйствах, при соблюдении следующих условий:

- площадь земельного участка не превышает 0,5 га;
- производство продукции осуществлялось без привлечения наемных работников [1].

Таким образом, при соблюдении названных условий на владельцев личных подсобных хозяйств не возлагаются обязательства по уплате налогов. Однако функционирование определенной части личных подсобных хозяйств сегодня перешло в товарное русло, а взаимодействие с субъектами внешнего окружения требует перехода в цифровую среду в системе проведения расчетов. Это касается как крупных сельхозпроизводителей и кооперативов, осуществляющих закуп продукции, так и физических лиц, которые хотят получать кассовые чеки за приобретаемые товары.

Одним из вариантов включения в цифровую среду граждан, ведущих ЛПХ, стала их регистрация в качестве самозанятых с применением специального налогового режима. Статус самозанятого определяется с позиции уплаты налога на профессиональный доход со стороны физических

лиц, которые занимаются предпринимательской деятельностью без образования юридического лица и без привлечения наемных работников.

Статистика демонстрирует активный рост количества самозанятых в России. За последние пять лет количество лиц, которые приобрели данный статус, возросло в 7,2 раза (рисунок). По состоянию на 01.2025 г. 12,48 млн. человек зарегистрированы в таком качестве [3].

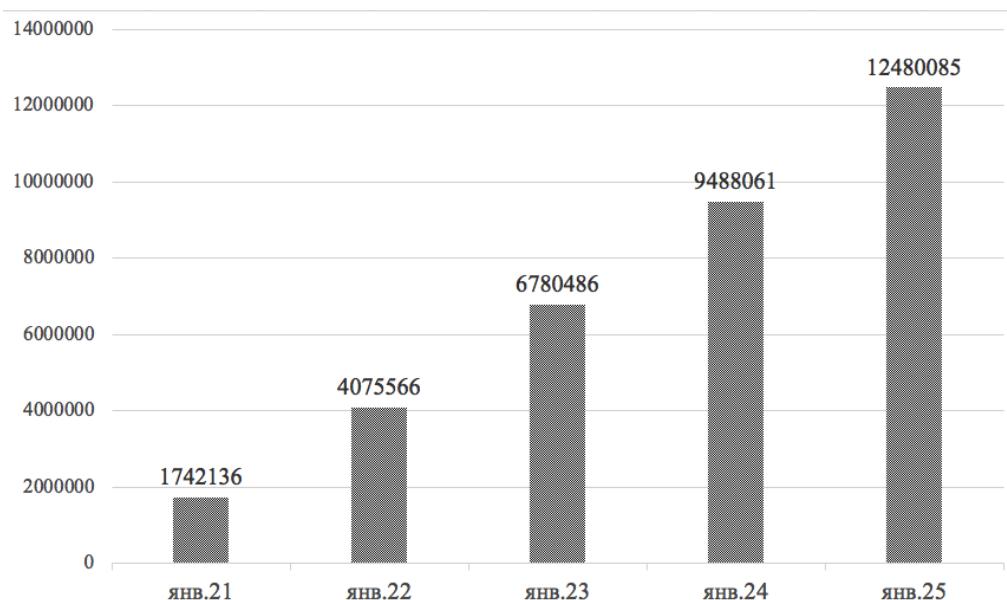


Рисунок – Количество самозанятых в РФ по состоянию на 01.2022-01.2025 гг.

Получение и дальнейшее функционирование в рамках рассматриваемого статуса позволяет гражданам, ведущих личное подсобное хозяйство, перевести в цифровую среду следующие действия:

- регистрация, постановка и снятие с учета в качестве самозанятого;
- декларирование доходов, получаемых от продажи сельхозпродукции с оформлением чеков контрагентам;
- уплата налогов.

Для регистрации в новом статусе владельцам ЛПХ необходимо воспользоваться следующими сервисами:

- личный кабинет налогоплательщика;
- мобильное приложение «Мой налог»;
- с применением усиленной квалифицированной электронной подписи кредитной организации;
- единый портал государственных услуг.

При реализации сельскохозяйственной продукции осуществляется автоматическое декларирование доходов, сопровождаемое оформлением чеков покупателям. При этом оплата за приобретаемую продукцию со стороны контрагентов может быть произведена на текущий карточный счет, открытый в банковской кредитной организации; электронный кошелек; наличными денежными средствами. Доходы от совершаемых операций граждане, ведущие ЛПХ, декларируют в приложении «Мой налог». Важно подчеркнуть, что фиксация поступлений производится самостоятельно и

касается только тех продаж, которые подлежат налогообложению в соответствии с законодательством. В контексте вышеизложенных законодательно регламентируемых случаев освобождения от уплаты налогов, а именно, доходов от реализации продукции растениеводства и животноводства, произведенной на земельных участках, площадь которых не превышает 0,5 га, а также без привлечения наемных работников, обозначенные продажи могут не декларироваться. Таким образом, владельцы личных подсобных хозяйств самостоятельно дифференцируют доходы, избегая уплаты необоснованных платежей.

Автоматически задекларированный доход включает цепочку формирования чеков в приложении «Мой налог», которые можно отправить покупателям сельхозпродукции по смс, в мессенджере или на электронную почту. Соответственно, оформление чеков осуществляется без использования кассового аппарата и онлайн-кассы. На основании сформированных чеков в приложении «Мой налог» происходит автоматическое начисление налогов с обязанностью уплаты до 25 числа месяца, следующим за отчетным. Таким образом, не возникает обязанностей по подготовке и сдаче налоговой декларации.

Регистрация в качестве самозанятого не определяет обязательства по уплате страховых взносов при приобретении нового статуса, так как они носит добровольный характер. Таким образом, отсутствие реализации продукции не ведет к возникновению каких-либо обязательств [4].

Представленные налоговые аспекты функционирования подсобных хозяйств переходят в виртуальную транзакционную среду, которая демонстрирует прозрачность совершаемых сделок по реализации произведенной продукции и следующих за ними налоговыми платежами. Система налогообложения работает полностью в бесконтактной форме в цепочке транзакция – декларирование доходов – начисление налогов – уплата налогов. Бесконтактная форма касается и вопросов снятия с налогового учета самозанятых граждан. Это осуществляется в добровольном порядке через мобильное приложение без посещения налогового органа.

Статистика демонстрирует рост количества самозанятых, выбравших торговлю самостоятельно произведенным товаром в качестве отрасли своей деятельности. За период с 2021 по 2025 гг. данный показатель увеличился с 26155 до 228721 человек (таблица).

Таблица – Характеристика отрасли «Торговля самостоятельно произведенным товаром» в системе регистрации самозанятых в 2021-2025 гг. [3]

Период	Количество самозанятых, выбравших отрасль	Рейтинг отрасли
01.2021	26155	13
01.2022	73314	13
01.2023	137020	10
01.2024	199099	10
01.2025	228721	12

Таким образом, налоговые аспекты функционирования, связанные с переходом в статус самозанятых граждан, ведущих ЛПХ, полностью осуществляются в цифровой среде с использованием соответствующих инструментов. Цифровая трансформация рассмотренных процессов позволит владельцам подсобных хозяйств перейти к новым формам сотрудничества как с общественными формами хозяйствования: кооперативами, сельхозпредприятиями, организациями общественного питания, которые смогут осуществлять официальный закуп продукции, произведенной в подсобном хозяйстве, на договорной основе с оформлением платежных документов, включая понесенные расходы в себестоимость. Тем самым взаимодействие с контрагентами переходит в цифровую среду.

В то же время необходимо отметить ряд дополнительных преимуществ, которые дает рассматриваемый статус:

- доступ к цифровым сервисам по продаже продукции;
- доступ к использованию отдельных мер государственной поддержки;
- низкие налоговые ставки.

Таким образом, цифровая трансформация налоговых аспектов функционирования личных подсобных хозяйств способствует их активной интеграции в цифровую экономику. Использование цифровых технологий помогает гражданам, ведущим ЛПХ, быстрее адаптироваться к современным требованиям рынка, повышая уровень конкурентоспособности хозяйства. Цифровая трансформация не только упрощает управление финансовыми ресурсами, но и способствует развитию подсобных хозяйств, повышая уровень их адаптивности к динамично меняющимся условиям внешней среды.

Список литературы

1. Налоговый кодекс Российской Федерации (с изм. и доп.). Доступ из справочно-правовой системы «Гарант» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/10900200/4132834011083186a07350b1579a99a1/> (дата обращения: 15.09.2025).
2. О личном подсобном хозяйстве: федер. закон от 07 июля 2003 г. № 112-ФЗ (с изм. и доп.). Доступ из справочно-правовой системы «Гарант» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/12131702/> (дата обращения: 15.09.2025).
3. Самозанятые. Платформа поставки данных ФНС России [Электронный ресурс]. URL: <https://geochekki-vpd.nalog.gov.ru/self-employment> (дата обращения: 15.09.2025).
4. Сапожникова, Е.С. Цифровая трансформация условий функционирования личных подсобных хозяйств при переходе на самозанятость / Е.С. Сапожникова // Цифровые технологии в образовании, науке и сельском хозяйстве: материалы национального форума с международным участием, Иркутск, 26–29 сентября 2023 г. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (Молодежный). - 2023. - С. 102-107.
5. Стратегия развития информационного общества РФ на 2017-2030 годы. Указ Президента РФ от 09.05.2017 № 203. Доступ из справочно-правовой системы «Гарант» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/71670570/> (дата обращения: 15.09.2025).

ЦИФРОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: АНАЛИЗ, ВОЗМОЖНОСТИ И ПРАКТИКА ВНЕДРЕНИЯ В РОССИИ

Тулунова Е.С., Чернигова Д.Р.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

Современные условия жизнедеятельности человека обязывают каждый день применять цифровые технологии, это и не прошло мимо ведения сельского хозяйства. И даже становится необходимым условием развития агропромышленного сектора экономики. В данном исследовании рассматриваются вопросы, связанные с внедрением цифровых платформ, технологий в отрасли сельского хозяйства Российской Федерации, их повсеместным использованием, развитием и распространением. Определено значение цифровой трансформации как приоритетного направления динамического развития Агропромышленного комплекса страны в целом и ее отдельно выделенных субъектов РФ.

Ключевые слова: сельское хозяйство, цифровые платформы, возможности агропромышленного комплекса, земельные ресурсы

DIGITAL PLATFORMS IN AGRICULTURE: ANALYSIS, OPPORTUNITIES, AND PRACTICE OF IMPLEMENTATION IN RUSSIA

Tulunova E.S., Chernigova D.R.

Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

Modern human life conditions oblige us to use digital technologies every day, and this has not passed by the agricultural sector. It has even become a necessary condition for the development of the agro-industrial sector of the economy. This study examines the issues related to the introduction of digital platforms and technologies in the agricultural sector of the Russian Federation, their widespread use, development, and dissemination. The study identifies the importance of digital transformation as a priority area for the dynamic development of the country's agro-industrial complex as a whole and its individual constituent entities.

Keywords: agriculture, digital platforms, agro-industrial complex opportunities, land resources

Введение. В России аграрный сектор превышает более 4% мирового внутреннего валового производства, это говорит лишь о том, что Российское сельскохозяйственное производство имеет важное значение для национальной экономики. Сельское хозяйство страны обеспечивает продовольственную безопасность и продовольственную независимость страны, предоставляет рабочие места и способствует развитию других отраслей экономики, смежных с сельским хозяйством.

Известно, что основой сельского хозяйства являются сельскохозяйственные угодья [2]. Это земли, которые предназначены для ведения сельского хозяйства и систематически используются для получения сельскохозяйственной продукции. В России на них приходится 13% всего

земельного фонда, они занимают более 193 млн гектаров, что делает страну одной из крупнейших аграрных держав. Распределение земельных угодий по территории России неравномерно. В структуре земель сельскохозяйственного назначения 59% приходится на пашни, 29% на пастбища, 9,5% на сенокосы, остальное на прочие земли.

В отрасли также работает свыше 4 миллионов человек, что составляет около 6% от общей занятости. Однако, несмотря на значительный вклад в экономику, агропромышленный сектор России сталкивается с множеством вызовов. Основные из них – это высокие издержки на производство и стагнация эффективности. В современных условиях развития всех сфер и областей деятельности человечества старые методы ведения сельского хозяйства становятся все менее эффективными.

В последние годы наблюдается тенденция к модернизации аграрного сектора, что связано с необходимостью повышения эффективности его функционирования и конкурентоспособности. В этом контексте внедрение цифровых технологий и платформ становится ключевым фактором для достижения устойчивого роста и оптимизации производственных процессов в сельскохозяйственных отраслях.

Именно цифровизация сельского хозяйства в целом и использование информационно-технологических платформ (цифровых платформ) в частности помогают решать текущие проблемы и закладывают основу для устойчивого развития отрасли.

Цифровые платформы в сельском хозяйстве – это системы, интегрирующие технологии, данные и сервисы для управления сельскохозяйственными процессами на различных этапах производства и распределения продукции АПК.

Возможности информационно-технологических платформ (цифровых платформ) позволяют анализировать огромные объемы информации, мониторить угодья с помощью беспилотных авиационных систем (БАС), оптимизировать логистику, обеспечивать доступность агрознаний и проводить другие мероприятия, направленные на осуществление деятельности в сельском хозяйстве.

Материалы и методы. При написании статьи изучены и проанализированы различные цифровые платформы, которые применяются в сельском хозяйстве России, рассмотрены классификации цифровых технологий по отдельным направлениям.

Изучением вопроса цифровой трансформации экономической деятельности сельского хозяйства занимались исследователи, результаты которых представлены в работах [1, 3, 5, 7].

Изучение практических примеров внедрения цифровых платформ в сельском хозяйстве позволило получить реальные данные о результатах и проблемах, с которыми сталкиваются сельскохозяйственные товаропроизводители при внедрении цифровых продуктов. Рассмотрение опыта практики внедрения цифровых технологий в сельском хозяйстве применительно к территории Российской Федерации формирует общее

представление о современных тенденциях цифровой трансформации отрасли, о тех возможностях, которые уже успешно реализуются и показывают положительный результат.

Анализ сравнивания инструмента различных цифровых платформ, их функциональных возможностей, удобства использования позволяют принять решения эффективного характера использования той или иной цифровой платформы, применяемой в сельском хозяйстве.

Цифровые платформы имеют разный функционал и могут быть предназначены для управления сельскохозяйственными предприятиями. Это - основа инновационной структуры сельского хозяйства, которая позволяет комбинировать идеи и инновационные проекты в виртуальном пространстве на основе анализа данных, осуществлять оперативную коммуникацию между заинтересованными сторонами процесса [1].

Важно, что цифровые платформы благоприятно сказываются на возможности осуществления непрерывной коммуникации участников, вне зависимости от их местонахождения и часового пояса.

Основные результаты. Использование цифровых платформ в сельскохозяйственном производстве занимает все большую роль в повышении их эффективности и устойчивости. Внедрение инновационных цифровых решений открывает новые возможности в оптимизации производственных процессов, выражющиеся в повышении продуктивности сельскохозяйственных культур и сельскохозяйственных животных, снижении затрат в производстве и минимизации воздействия на окружающую среду [4].

В таблице представлены основные, современные практические внедрения цифровых платформ в различные сферы сельского хозяйства, выявленные на основе анализа современных публикаций ученых аграрников. Анализ данных направлений позволяет более осознанно оценить ключевые области применения цифровых платформ, их потенциальные преимущества и существующие возможности.

Общие возможности применения цифровых платформ в сельском хозяйстве уже имеют результат. Так, например, они позволяют, во-первых, анализировать огромные объемы информации (история данных о погодных условиях, состоянии почвы, прошлых урожаях и текущих показателях помогает делать прогнозы и оптимизировать использование ресурсов). Во-вторых, мониторить угодья с помощью дронов (беспилотные аппараты с установленными сенсорами позволяют фермерам получать подробную информацию о состоянии полей).

В-третьих, оптимизировать логистику (программное обеспечение позволяет отслеживать перемещение сельскохозяйственной техники и продукции в режиме реального времени); и в-четвертых, обеспечивать доступность агрознаний (цифровые платформы предоставляют участникам агропромышленного комплекса инструменты для получения данных в реальном времени, что значительно упрощает управление хозяйством) [3].

Таблица – Анализ некоторых применяемых цифровых платформ в сельском хозяйстве

Отрасль/ направление	Цифровые платформы/технологии	Характеристика
Растениеводство	«Агросигнал»	Единая платформа и мобильное приложение для эффективной работы всех подразделений предприятий на каждом этапе полевых работ, от планирования севооборота и формирования годового бюджета до мониторинга работы техники и сотрудников и учёта готовой продукции.
	FarmQA solutions	Многофункциональные цифровые инструменты для агрономов. Даёт возможность просмотра всех аспектов работы на одном экране, включая поля, отчёты об осмотре посевов, данные о погоде, записи опрыскивания, спутниковые снимки и другие.
	«Геомир» – «История поля»	Платформа для управления растениеводством, аналитики, контроля техники и фитосанитарного состояния полей.
	Exact Farming	Платформа цифрового сельского хозяйства, которая помогает отслеживать состояние посевов, выявлять проблемные зоны на полях и вовремя реагировать на угрозы, планировать сезон и вести дневник полевых работ.
	«Агротроник»	Система мониторинга и контроля сельскохозяйственной техники (параллельного вождения с автопилотом, использующим видеонаблюдение).
Животноводство	«СЕЛЭКС»	Программа замкнутого цикла обработки информации по крупному рогатому скоту молочной продуктивности. В базе данных накапливаются основные сведения по каждому животному: происхождение, генотип, развитие, экстерьер, продуктивность по всем лактациям, отелы, осеменения, запуски и другая информация.
	RFID-идентификация животных	Программы управления стадом, такие как DairyComp 305 и Pocket CowCard, программно-аппаратная разработка EkoFeed по оптимизации кормления животных, позволяют оптимизировать все производственные процессы и принимать верные управленческие решения.
	«Умный помощник Agrobotstat»	Агрегирует и анализирует данные о здоровье, кормлении, репродуктивных циклах и продуктивности животных

Кроме этого, нельзя не привести примеры использования цифровых платформ в частной практике. При использовании цифровых технологий

«АгроСигнал» ООО «Муравли Агр» (Фроловский район Волгоградской области) за 4 года работы увеличилплощадь обрабатываемой пашни с 400 га до 22 000 га. Система позволила упростить основные управленические функции: планирование, мотивацию и контроль.

Цифровая платформа «FarmQA solutions» в ООО «Агрофирма Трио» (Липецкая область) помогает анализировать данные, собранные с помощью спутников и датчиков на полях (влажности, экспресс-анализ на содержание азота, плотности почвы и другими). На основании информации, отображаемой в программном приложении, принимаются управленические решения – обрабатывать ли почву, подкармливать ли растения и в каком количестве, обрабатывать ли химией посевы, производить ли полив.

По данным на 2025 год, платформой «История поля» пользуются более 800 сельхозпредприятий в четырёх странах, под мониторингом системы находится свыше 14 миллионов гектаров посевных площадей.

Интеграция платформы в учебный процесс Казанского государственного аграрного университета – платформа охватывает полный цикл растениеводства: от создания электронных карт полей до прогнозирования урожайности с помощью искусственного интеллекта. Университет не просто использует готовое решение, но и активно участвует в его совершенствовании: преподаватели и студенты предоставляют данные полевых исследований для улучшения алгоритмов, тестируют новые функции.

Агрохолдинг «Степь» (Краснодарский край, Ставропольский край, Ростовская область) применила цифровые технологии «Агротроник» где полезным сервисом стала история поля, где собрана информация о сортах и гибридах, урожайности, вредоносных объектах, внесённых удобрениях и применённых СЗР. Программа позволила собрать эти данные в одном месте и быстро их обработать.

МТК «Уразметьево» - роботизированная ферма в Муслюмовском районе Республики Татарстан, где практически всеми производственными процессами управляет цифровая информационная система, включая «СЕЛЭКС».

Фермерское хозяйство «МосЭл» (республика Калмыкия). Внедрила RFID-систему для идентификации животных и контроля за их перемещением, что позволило контролировать процессы, связанные с перемещением, уходом и питанием животных.

Хозяйства, использующие платформу (Республика Татарстан) отмечают рост экономических показателей, улучшение здоровья животных и повышение продуктивности. Например, система помогает сэкономить до 40-45 тысяч рублей в год на одно животное за счёт точного подбора рационов, оптимизации воспроизводства и повышения качества продукции.

Однако успешное внедрение этих технологий требует не только технических решений, но и системного подхода, который учитывает особенности каждого сельскохозяйственного производителя и его потребности [8]. Использование цифровых платформ открывает новые

возможности для оптимизации и совершенствования деятельности в агропромышленном комплексе.

Надо отметить, что особое внимание необходимо уделить кадровому вопросу. Наблюдается нацеленность на обеспечение кадрового ресурса сельскохозяйственной отрасли посредством создания специализированных программ подготовки кадров на базе вузов, а также на основании разработки образовательных цифровых платформ, дистанционных программ обучения, подготовки и переподготовки кадров [7].

Обсуждение. Высокий арсенал цифровых технологий определяет прогрессивную динамику развития сельскохозяйственного сектора как на российском, так и на территории субъектов Российской Федерации. Сегодня российское сельское хозяйство занимает лидирующие позиции по экспорту и импортозамещению, положительный показатель достигается в том числе благодаря применению на практике цифровых технологий, а также благодаря государственным программам поддержки. Государство нацелено на стимулирование малого и среднего бизнеса, на поддержку инновационного развития отрасли сельского хозяйства. Этот факт подтверждается тем, что Указ Президента РФ от 30.01.2010 г. № 120 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации», Распоряжение Правительства РФ от 28.07.2017 г. № 1632-р «Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации» и другие нормативно-правовые акты служат основой для разработки Министерством сельского хозяйства Российской Федерации Ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство» .

Необходимым условием для успешного развития агропромышленного комплекса в будущем – это повышение производительности и экономической устойчивости функционирования агропромышленного комплекса, но необходимо учесть природно-климатические факторы, влияющие на производительную деятельность сельского хозяйства [6]. Поэтому цифровое развитие сельского хозяйства играет важную роль для будущего агросектора страны. Если обеспечить единую направленность в развитии цифровизации сельского хозяйства, учитывая природно-климатические и другие факты, то это позволит повысить производительность и качество сельскохозяйственной продукции, оптимизировать использование природных ресурсов, повысить экологическую устойчивость, снизить вредное воздействие на окружающую среду.

Заключение. Таким образом, необходимо отметить важность единой направленности содержательного механизма поддержки цифрового развития в сельском хозяйстве, так как именно это условие играет важную роль для будущего сельского хозяйства. Внедрение современных цифровых платформ и технологий позволяет повысить эффективность и значительно снизить издержки. В перспективе распространение цифровых платформ может привести к созданию более стабильной и эффективной сельскохозяйственной системы, способной обеспечить продовольственную безопасность и

устойчивое развитие как на уровне отдельных производств и регионов, так и на глобальном рынке.

Применение цифровых платформ в сельском хозяйстве позволяет повысить эффективность производства, снизить затраты, улучшить качество продукции и сделать сельское хозяйство более устойчивым к изменениям климата и другим воздействующим факторам.

Список литературы

1. Каманина А.Н. Современные тренды цифровой трансформации экономической деятельности сельского хозяйства: анализ отечественной и мировой практики /А.Н. Каманина // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15. – № 3.
2. Михайлова А.Н. Управление и эффективное использование земельных ресурсов Иркутской области /А. Н. Михайлова, Е. А. Пономаренко // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной 90-летию Иркутскому ГАУ, Молодежный, 15-16 февраля 2024г. – Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2024. – С. 431-435.
3. Плотников А.В. Роль цифровой экономики для агропромышленного комплекса // Московский экономический журнал. – 2019. – № 7. – С. 196-203.
4. Сибиряев А.С. Возможности использования цифровых платформ в сельском хозяйстве. Методический подход к процессу их внедрения /А.С. Сибиряев // Вестник НГИЭИ. – 2024. – № 7 (158). – С. 123–133.
5. Роль цифровых технологий в развитии деятельности сельскохозяйственных товаропроизводителей / Е. В. Стовба, А. Г. Шарафутдинов, О. С. Горбунова [и др.] // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2021. – № 3-2. – С. 225-232. – DOI 10.17513/vaael.1634.
6. Тулунова Е.С. Об эффективности использования земельных ресурсов региона для обеспечения населения основной сельскохозяйственной продукцией / Е.С. Тулунова, Я.М. Иваньо // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. – 2018. – Т. 28, № 4. – С. 447-455.
7. Цифровые технологии в аграрном производстве и образовании / Я. М. Иваньо, П. Г. Асалханов, М. Н. Барсукова [и др.]. – Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2022. – 126 с.
8. Чернигова Д.Р. Геоинформационные технологии в решении задач прогнозирования урожая / Д. Р. Чернигова, Е. С. Тулунова // Цифровые технологии в науке, образовании и производстве: Материалы Всероссийского научно-практического семинара, Молодежный, 30 ноября 2022г. – Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2022. – С. 57-58.

УДК 378.14

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УНИВЕРСИТЕТА

Федурина Н.И.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

Работа посвящена анализу цифровых инструментов и технологий, раскрыта их значимость в воспитательной и образовательной деятельности. Сгруппированы и описаны

цифровые сервисы по категориям видов деятельности образовательной организации. Приведен пример интегрированного программного продукта автоматизации внеучебной работы, частично реализованного в виде спроектированного модуля 1С: УниверситетПРОФ. Предложено использование систем искусственного интеллекта для улучшения качества воспитательной деятельности.

Ключевые слова: цифровизация, цифровые инструменты, воспитательная работа, программные продукты, внеучебная деятельность, искусственный интеллект.

DIGITAL TECHNOLOGIES FOR AUTOMATION OF UNIVERSITY EDUCATIONAL ACTIVITIES

Fedurina N.I.

Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

This paper analyzes digital tools and technologies, revealing their importance in educational and upbringing activities. Digital services are grouped and described by categories of educational organization activities. An example of an integrated software product for automating extracurricular activities, partially implemented as a designed 1C: UniversityPROF module, is provided. The use of artificial intelligence systems to improve the quality of educational activities is proposed.

Keywords: digitalization, digital tools, educational work, software products, extracurricular activities, artificial intelligence.

Введение. Современный этап развития информационных технологий связан с цифровизацией. Цифровизация признана приоритетным направлением модернизации российского образования [1, 13], направлена на автоматизацию процессов управления качеством образования, ускоренное внедрение технологий электронного обучения и модели смешанного обучения в образовательный процесс. Внеучебная деятельность студентов требует эффективного управления и организации. Современные цифровые технологии позволяют автоматизировать многие процессы, делая их более удобными и результативными.

Целью работы является анализ современных цифровых технологий для автоматизации воспитательной работы вуза.

Материалы и методы. В качестве методов исследования в данной работе использованы метод теоретического анализа и обобщения научной литературы, метод систематизации информации о цифровых технологиях и инструментах, а также проектирование модуля воспитательной работы в информационной системе.

Основные результаты. В системы высшего образование на современном этапе уделяется большое внимание воспитательному процессу. Воспитательная работа в высшем учебном заведении является ключевым фактором формирования человеческого капитала и развития личности студента. В современных условиях она приобретает особую значимость, так как направлена на всестороннее развитие будущих специалистов.

В работах отечественных и зарубежных ученых Кора Н.А. [5],

Москалюк В.С. [6], Петропаловской В.Б [9], Денисова А.Б [3] и Sappey J. Dr. [14] активно перечисляются преимущества и раскрывается необходимость внедрения цифровых инструментов в образовательную среду в целом и внеучебную деятельность в частности. Рост цифровизации на основании повышения комфортности и удобства всего образовательного пространства можно назвать базовым этапом развития цифровизации образовательной среды.

В современных условиях цифровизация образования становится ключевым фактором развития системы высшего образования. Цифровые технологии существенно трансформируют воспитательный процесс, создавая новые возможности для профессионального и личностного роста студентов [1].

Цифровые технологии оказывают влияние на профессиональное воспитание и реализуются через формирование цифровой компетенции студентов, создания персонализированных образовательных траекторий и развития практических навыков в соответствии с современными требованиями рынка труда [4].

Автором проведен анализ имеющихся на мировом рынке цифровых инструментов и технологий, позволяющих автоматизировать образовательную и внеучебную деятельность и их аналогов Российских компаний. Основные категории цифровых инструментов представлены в таблице.

В период активного импортозамещения, из данных таблицы видим, что практически все категории задач, возможно реализовать используя отечественное программное обеспечение и сервисы.

Использование, вышеперечисленных цифровых инструментов позволит оптимизировать некоторые рабочие процессы, улучшить коммуникацию между участниками и автоматизировать рутинные задачи. Однако хотелось бы иметь систему, позволяющую вузу в целом координировать воспитательную работу и иметь консолидированную отчетность по различным группам мероприятий как в целом по вузу, так и в разрезе его структурных подразделений

В качестве примера такого цифрового инструмента, позволяющего автоматизировать воспитательную деятельность, рассмотрим, спроектированный модуль «Воспитательная работа» для системы 1С: Университет ПРОФ [7, 11]. Данный модуль представляет возможность планирования различных категорий мероприятий в разрезе университета и анализ их выполнения. Так, например, созданный документ «Проведение мероприятий» и разработанный регистр сведений «Проведенные мероприятия» позволяет видеть и хранить информацию о сроках, видах и ответственным лицах по проведенным мероприятиям (рис.).

Таблица - Категории цифровых инструментов для автоматизации образовательной и внеучебной деятельности студентов¹

Категории видов деятельности	Наименование	Основное назначения и функции	Российский аналог
Прогнозирование и организация мероприятий	Trello	система управления проектами для создания досок мероприятий, распределения задач и контроля сроков	Kaiten
	Notion	универсальное рабочее пространство для создания планов, календарей и баз данных мероприятий	Битрикс24
	Google Календарь	инструмент для совместного планирования событий и напоминаний	Яндекс.Календарь
Коммуникация и взаимодействие	Discord	платформа для создания сообществ и общения	VK Мессенджер
	Zoom	сервис для проведения онлайн-встреч и мероприятий	Яндекс Телемост
	Microsoft Teams	система для совместной работы и коммуникации	МТС Линк
Документооборот и отчетность	Google Docs	облачное хранилище для совместной работы над документами	Яндекс.Документы
	Dropbox	сервис для хранения и обмена файлами	Облако Mail.ru
	OneDrive	облачное хранилище с интеграцией Microsoft Office	Яндекс Диск
Управление проектами	Wrike	корпоративный сервис для планирования и отслеживания проектов	TEAMLY
	Asana	инструмент для распределения задач и контроля выполнения	ЛидерTask
	Basecamp	система для управления проектами и коммуникации	Аспро.Agile*
Создание контента	Canva	платформа для создания презентаций, постеров и графического контента	SUPA
	InShot	приложение для обработки видеоматериалов	Movavi
	Audacity	программа для работы со звуком	Ashampoo Music Studio*
Организация мероприятий	Eventbrite	платформа для регистрации участников и продажи билетов	Timepad
	SurveyMonkey	инструмент для проведения опросов и сбора обратной связи	Яндекс.Взгляд
	Google Forms	сервис для создания анкет и регистрационных форм	Яндекс.Формы
Финансовая отчетность	SAP	система для ведения финансового учета	1С:Бухгалтерия
	Excel	инструмент для создания таблиц и расчетов	МойОфис
	Google Таблицы	облачный сервис для совместной работы с данными	Яндекс Таблицы

* не прямой аналог цифрового инструмента частично повторяющий функционал и структуру

¹ Результаты получены автором в ходе исследования цифровых инструментов

Период	Регистратор	Н...	Мероприятие	Форма проведения	Организация	Коли...	Ответственный с...	Дата проведения
23.04.2025...	Мероприятие 000...	1	«Грибоедов Алексан...	Беседа, громкие читки	ФГБОУ ВО Иркутс...	1	Быкова Мария А...	14.05.2025
23.04.2025...	Мероприятие 000...	1	Волонтерство - жизн...	Конкурс презентаций...	ФГБОУ ВО Иркутс...	1	Бондаренко Ольг...	12.05.2025
24.04.2025...	Мероприятие 000...	1	Онлайн-опрос на пла...	Опрос	ФГБОУ ВО Иркутс...	3	Асалханов Петр ...	10.06.2025
15.05.2025...	Мероприятие 000...	1	«Грибоедов Алексан...	Беседа, громкие читки	ФГБОУ ВО Иркутс...	10	Быкова Мария А...	15.05.2025
31.05.2025...	Мероприятие 000...	1	Лекция ко Дню солид...	Лекция	ФГБОУ ВО Иркутс...	4	Асалханов Петр ...	10.06.2025

Рисунок – Окно регистра сведений «Проведенные мероприятия»

Используя, фильтр или функцию детализация можно увидеть список участников мероприятия и дату его прохождения. Проведя, бесшовную интеграцию системы с электронно-информационной образовательной средой (ЭИОС) университета, получим инструмент комфорtnого и удобного взаимодействия студентов с кураторами. Кроме того, формирование портфолио студента синхронизируется, учитывая его участие в различным мероприятиях университета [6, 12]. Помимо этого в ЭИОС осуществляется анкетирование и опросы обучающихся по различным аспектам качества образования и проводимых мероприятий, что позволяет иметь обратную связь и формировать позитивную социальную установку, общественно-полезных черт характера обучающихся.

Искусственный интеллект уже применяется в образовании в системах тестирования, компетентностного моделирования, анализа цифрового следа и помогает развивать необходимые навыки. Используя лучшие качества машин и педагогов, искусственный интеллект работает для достижения наилучших результатов обучающимися [2]. Развитие воспитательного пространства в современных условиях предполагает активное использование искусственного интеллекта (ИИ), что позволит оптимизировать деятельность администрации, педагогического и студенческого коллектива для решения образовательно-воспитательных задач. Основными направлениями использования ИИ предполагается: автоматизация обработки заявлений и запросов студентов, формирование отчетов по воспитательной работе, отправка уведомлений о важных событиях и мероприятиях университета и прочее. Использование ИИ позволит проводить анализ поведения студента для выявления потенциальных проблем, формировать индивидуальные планы развития, а также мониторить социальные сети и гаджеты и вовлеченность студента во внеучебную деятельность. Круглосуточная помошь студенту. Некоторые чат-боты на базе ИИ созданы специально для сектора образования. Они круглосуточно работают помощниками обучающихся, чтобы в любое время дать ответы на их вопросы [2]. Кроме того, ИИ поможет улучшить кибербезопасность и эффективно проводить «цифровую социализацию» студентов. Важно помнить, что ИИ должен выступать помощником, а не заменой человеческому взаимодействию. Оптимальным является гибридный подход, сочетающий возможности

технологий с профессиональным опытом кураторов и преподавателей. Все эти инструменты позволяют более персонализировать воспитательную и внеучебную деятельность студента, а также выявить лидеров и наиболее талантливых студентов, как в профессиональной, так и социально-культурной среде.

Таким образом, использования цифровых технологий и инструментов в воспитательной работе позволит:

- обеспечивать постоянное взаимодействие профессорско-преподавательского состава со студентами для привлечения их к участию в общественно важных делах и мероприятиях университета;

- оптимизировать ресурсы университета (отдел по связи с общественностью, пресс-служба, научно-методический и учебно-методический отделы, деканаты/директораты и т. д.) для эффективного решения воспитательных задач;

- создать единое информационное пространство, в рамках которого происходит непрерывное общение студентов и кураторов, ответственных за мероприятия, старост учебных групп и т. д.;

- делать процесс воспитания более привлекательным для студентов, повышать их интерес к мероприятиям.

Цифровые технологии необходимо внедрять в любые формы, направления и уровни воспитательной работы: веб-опросы и голосования, комментирования и обсуждения, группы по интересам, проектная деятельность и т. д. [10].

Цифровые технологии позволяют повысить эффективность воспитательных воздействий на студенчество, направлять социально-политическую активность молодёжи, формировать гражданскую позицию и патриотизм.

Список литературы

1. Вайндорф-Сысоева М.Е. «Цифровое образование» как системо-образующая категория: подходы к определению / М. Е. Вайндорф-Сысоева, М.Л. Субочева // Вестник Московского государственного областного университета. Сер.: Педагогика. – 2018. – № 3. – С. 25–36.
2. Гамбеева Ю.Н. Искусственный интеллект как часть концепции современного образования: вызовы и перспективы / Ю.Н. Гамбеева, А.В. Глотова // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. – 2021. – № 10(163). – С. 10-16.
3. Денисова А.Б. К вопросу об использовании информационных и телекоммуникационных средств во внеучебной сфере деятельности образовательного учреждения [Электронный ресурс] // T-Comm. 2014. № 12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-ob-ispolzovanii-informatsionnyh-i-telekommunikacionnyh-sredstv-vo-vneuchebnoy-sfere-deyatelnosti-obrazovatelnogo> (дата обращения: 08.10.2025).
4. Елисеева Е.В. Проектирование воспитательного пространства современного вуза средствами ИКТ-технологий: монография / Е.В. Елисеева, С.Н. Злобина, Л.А. Зятева, Г.С. Исакова, И.И. Киютина. – Брянск: РИО БГУ, ООО «Новый проект», 2018. – 180 с.
5. Кора Н.А. Необходимость трансформации высшего образования в условиях цифровизации общества / Н.А. Кора // Вестник Амурского государственного

университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2020. – №88. – С. 49-52.

6. Макаров А.В. Концепция интеграции модуля «Портфолио студента» с ЭИОС университета / А.В. Макаров, Н.И. Федурина // В книге: Цифровизация в системе образования: теоретические и прикладные аспекты. сборник тезисов региональной научно-практической конференции. п. Молодежный, – 2023. – С. 19-21.

7. Макаров А.В., Федурина Н.И. Основные подходы и принципы создания приложения «Воспитательная работа» / А.В. Макаров, Н.И. Федурина // В сборнике: Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК. Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной 90-летию Иркутскому ГАУ. Молодежный, – 2024. – С. 254-258.

8. Москалюк В.С. Необходимость цифровизации российского образования / В.С. Москалюк // Наука и образование сегодня. – 2019. – №10 (45). – С. 12-15.

9. Петропавловская В.Б. Цифровизация как новая реальность и необходимость современного образования Петропавловская В.Б., Борисова Е.В. // THEORIA. – 2021. – №4 (5). – С. 23-31.

10. Рябикова И.М. Внедрение цифровых технологий в систему образования: проблемы и перспективы / И.М. Рябикова, Ю.С. Хоперская, А.С. Хоперская // Траектории технологического развития. – 2023. – Т. 2, № 2(6). – С. 51–57.

11. Федурина Н.И. Практика внедрения «1С: Университет ПРОФ» в Иркутском ГАУ: Проблемы и перспективы / Н.И. Федурина, К.И. Федурин // Инновации. Наука. Образование. – 2020. – № 24. – С. 1399-1405.

12. Федурина Н.И. Роль самостоятельной работы студентов в образовательном процессе / Н.И. Федурина, О.Н. Кузнецова, С.В. Труфанова // В сборнике: Инновационные технологии в профессиональном образовании. Статьи докладов международной научно-практической конференции. 2010. – С. 214-218

13. Цифровизация как приоритетное направление модернизации российского образования: монография / Н. В. Горбунова [и др.]. Саратов: Изд-во Сарат. социал.-эконом. ин-т (филиал) РЭУ им. Г. В. Плеханова, 2019. – 149 с.

14. Sappey J.Dr, Relf St. Digital Technology Education and its Impact on Traditional Academic Roles and Practice //Journal of University Teaching & Learning Practice. – 2010. – No. 7 (1). – P. 1–17.

УДК 338.1

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ И ТЕЛЕМЕТРИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНЫ

Черных А.Г.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

Современные системы создания искусственного дождя, включая механизированные на основе дождевальных машин кругового и линейного перемещения, в условиях комплексного подхода к оптимизации и цифровизации технологических процессов в сельскохозяйственном производстве требует перехода на качественно новый уровень их конструирования. Очевидно, что в условиях цифровизации сельского хозяйства построение систем искусственного дождевания на принципах управления соответствующих концепции точного земледелия предопределяет применение цифровых

устройств позиционирования и телеметрии в системах управления движением дождевальной машины.

Ключевые слова: точное земледелие, орошение, дождевальная машина, управление, телеметрия, мониторинг.

THE USE OF DIGITAL POSITIONING AND TELEMETRY DEVICES TO CONTROL THE MOVEMENT OF THE SPRINKLER MACHINE

Chernykh A.G.

Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky, *Molodezhny*, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

Modern systems for creating artificial rain, including mechanized ones based on circular and linear motion sprinklers, require a transition to a qualitatively new level of design in the context of an integrated approach to optimizing and digitalizing technological processes in agricultural production. It is obvious that in the conditions of digitalization of agriculture, the construction of artificial sprinkler systems based on management principles corresponding to the concept of precision farming determines the use of digital positioning and telemetry devices in sprinkler motion control systems.

Keywords: precision agriculture, irrigation, sprinkler machine, control, telemetry, monitoring.

Механизированные системы дождевального орошения, такие как круговые и фронтальные, широко распространены в Российской Федерации в современных системах ирригации. На использование таких систем влияют такие факторы, как тип почвы, скорость поглощения воды почвой, уклон, доступность воды, затраты на электроэнергию, ширина и глубина колесной колеи и наличие препятствий на местности. Ручной мониторинг таких систем с помощью «осмотров на месте» является наиболее распространенной практикой. Для наблюдения за остановками и поломками в системе дождевания, а также для проведения ремонтных работ при обслуживании системы, включая соблюдение графика полива, соответствующего потребностям сельскохозяйственных культур в воде, может потребоваться достаточно частое присутствие эксплуатирующего персонала в месте работы системы [4].

Системы кругового орошения обычно настраиваются таким образом, чтобы подавать определённое количество воды на орошаемый участок за один оборот. Такие системы обычно работают от одного до трех суток в зависимости от погоды и стадии роста сельскохозяйственной культуры. При этом, при дистанционного управления и мониторинга, в первую очередь необходимо знать состояние системы, т. е. нахождение ее в режимах «Работа», «Стоп» или «Авария». Незапланированные остановки, соответствующие режиму «Авария» часто происходят из-за состояния поля (заклинившие колёса), а также из-за механических и электрических неисправностей (обрыв линий электроснабжения, выход из строя электромеханических устройств и т. д.), включая прекращения подачи воды в водоводы системы дождевального орошения. В целом, механизированные

системы орошения требуют круглосуточного мониторинга, желательно удаленного, для соблюдения графика полива, необходимого для получения оптимального урожая и его качества [2].

Все системы удаленного мониторинга используют телеметрию и требуют проводного интерфейса между схемой управления главной поворотной панелью цифровыми и аналоговыми входами устройства мониторинга (удаленного терминала), например, скорости и положения наиболее удаленной от центральной поворотной башни опорной тележки [5].

Как правило, устройства мониторинга подключаются либо с помощью жёсткого кабеля к телефонным линиям, либо с помощью беспроводного радиочастотного модуля дециметрового диапазона для удалённой связи. При этом необходимо учитывать, что в современных условиях к устройствам мониторинга предъявляются достаточно жесткие требования с точки зрения их конструктивного исполнения на предмет обязательного отсутствия проводной связи, как в силовых цепях, так и цепях передачи аналоговой информации.

Контроллер, как правило, устанавливается на несущие конструкции концевой башни в непосредственной близости от блока ручного управления скоростью и направления движения системы опорных тележек дождевальной машины. Эксплуатирующий персонал, может задавать параметры движения машины в ручном режиме или в автоматическом, например, с мобильного телефона, после установки на него соответствующего программного обеспечения [1].

Если удаленный терминал (рис. 1, поз. 1) установить не на концевую башню, а несущую опорную конструкцию в районе центральной поворотной башни (рис. 1, поз. 2), то при наличии в конструкции контроллера устройства позволяющего обрабатывать данные ГЛОНАСС-координат появляется возможность более точного управления операцией технологического полива. В этом случае алгоритмы управления синтезируются после обработки существенного массива данных сформированных на основании результатов измерений с различных датчиков, измерительных приборов и устройств, таких как датчики давления, температуры и расхода воды [9].

Система управления с контроллером на основе ГЛОНАСС-координат позволяет определять угловое положение основного трубопровода машины относительно произвольной оси в плоскости орошения или для определения расстояния, пройденного трубопроводом в полярной системе координат связанной с указанной плоскостью [10].

Таким образом, основное требование к предполагаемой к использованию системы управления на основе ГЛОНАСС-координат является возможность реализации в ней различных функций, определяющих процесс искусственного дождевания, в котором присутствуют признаки, приближенные по своей степени точности и стабильности к однотипным, характеризующим процесс точного земледелия [6].



Рисунок 1 – Центральная поворотная башня с основным трубопроводом, гидравлическим приводом, расширительным баком и удаленным терминалом

Система управления с неподвижным терминалом обрабатывающим данные ГЛОНАСС-координат, в большинстве случаях, включает в себя источник питания, энергонезависимую память для хранения первого набора координат, соответствующих исходному положению системы дождевания, ГЛОНАСС-антенну, приёмник и микропроцессор. При этом, антенна и приёмник используются для получения данных ГЛОНАСС, которые используются для формирования второго набора координат, соответствующих текущему положению основного трубопровода в плоскости орошаемого участка. Микропроцессор используется для вычисления азимута и расстояния между исходным и текущим положением с помощью первого и второго наборов координат.

Применительно к дождевальным машинам T-L Irrigation company система регулирования связанная с терминалом взаимодействует с его главным контроллером, чтобы управлять, по крайней мере, одной функцией системы орошения на заданном расстоянии в зависимости от числа опорных башен или с заданным значением азимута положения основного трубопровода относительно исходного положения (начальной оси) [3].

Необходимо отметить, что текущие вычисления не являются самоцелью, а определяются логикой последующих технических операций со стороны эксплуатирующего дождевальную машину персонала, как результат анализа проведенных расчетов. С учетом конструкции дождевальной машины T-L Irrigation company и расположением на ее основном трубопроводе набора дождевателей с регуляторами давления можно спрогнозировать только одну операцию, позволяющую изменить до требуемого по условиям полива значение поливальной нормы на конкретном элементарном участке орошаемой поверхности. При этом сама операция непосредственно сводится к технологической процедуре связанной с заменой одного типа дождевателя в конкретной точке трубопровода на дождеватель другого типа.

Предшествующий данной операции алгоритм сводится к следующей последовательности действий. На первом этапе путем мониторинга величины растительной массы с использованием БПЛА выявляются проблемные элементарные участки на орошаемой поверхности после совершения машиной одного полного оборота [7]. На втором этапе составляется геодезическая карта проблемных участков с привязкой к геометрическому центру, совпадающему с точкой подключения основного трубопровода машины к питающему водоводу (трубопроводу). Следует отметить, что в силу специфики работы машины число выявленных проблемных элементарных участков в процессе ее работы, как правило, не превышает несколько единиц. Кроме того, линейный размер элементарного участка изменяются по мере его удаления от центральной поворотной башни и соответствует длине дуги, опирающейся на телесный угол, равный 1° с центром в геометрической точке, относительно которой происходит движение трубопровода по кругу. Учитывая, что период обращения основного трубопровода, как правило, превышает 20 часов, то определение места расположения проблемных участков не представляет сложную с технической точки зрения задачу. Непосредственно процедура определения сводится к последовательному размещению на данных участках спутникового геодезического приёмника, например, PrinCe i50 (рис. 2) [8].

Данные с приемника после каждой процедуры замера расположения текущего элементарного участка заносятся в соответствующий протокол процессора терминала.

Третий этап реализуется в процессе совершения машиной второго оборота и связан с определением геодезических углов соответствующих местам расположения элементарных участков. Контроллер на основе определения текущих значений ГЛОНАСС-координат телесного угла сравнивает их с координатами находящимися в первом протоколе. При совпадении координат, соответствующий телесный угол элементарного участка вносится во второй протокол. Четвертый этап связан с процедурой привязки каждого из значений азимутальных углов с направлением движения на местности, с помощью компаса.



Рисунок 2 – Общий вид центральной поворотной башни дождевальной машины Т-Л Irrigation company и геодезического приемника PrinCe i50

На пятом этап, обслуживающий персонал движется по компасу до места расположения проблемного участка. На шестом этапе, с помощью цифрового лазерного дальномера определяется расстояние от данного участка до центральной поворотной башни. На седьмом этапе, с учетом данных дальномера и технологической карты расположения дождевателей на основном трубопроводе определяется номер дождевателя, который требует замены. Далее в зависимости от величины растительной массы производится замена дождевателя орошающего проблемный участок на дождеватель отличного типоразмера в сторону уменьшения или увеличения.

Выводы. Применять устройства позиционирования и телеметрии для управления движением дождевальной машины целесообразно в тех случаях, когда указанные устройства в процессе своего использования обеспечивают выполнение ряда сопутствующих функций, связанных с реализацией

основного назначения машины по обеспечению полива с требуемыми характеристиками искусственного дождя. В этой связи назначение и особенности функционирования указанных устройств, предполагаемых к использованию, в значительной степени зависят от типа дождевальной машины, конструктивного исполнения ее основных узлов и элементов. В частности, рассматриваемая в работе широкозахватная дождевальная машина кругового движения фирмы T-L Irrigation company с набором дождевателей с встроенным регулятором давления существенно сужает набор функциональных возможностей, которые могут быть реализованы цифровыми устройствами позиционирования и телеметрии в процессе работы машины по обеспечению требуемых характеристик искусственного дождя. Фактически единственное аппаратное свойство, связанное с данным типом машины, влияющее на характеристики искусственного дождя является тип дождевателя установленного в конкретной точке основного трубопровода. Как следствие, применение цифровых устройств позиционирования и телеметрии в качестве составных частей ирригационной установки на базе дождевальной машины указанного типа позволяет сократить человеко-часы при выполнении технических мероприятий по устранению неравномерностей в подаче воды на элементарные участки орошаемой поверхности.

Список литературы

1. Балакай Г.Т. Концепция дождевальной машины нового поколения для технологий прецизионного орошения / Г. Т. Балакай, С. М. Васильев, А. Н. Бабичев // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2017. – № 2(26). – С. 1-18.
2. Дождеватели широкозахватных дождевальных машин / Л. А. Журавлева, И. А. Попков, М. С. Магомедов, Х. Бассел. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – 140 с. – ISBN 978-5-00207-025-1.
3. Методические рекомендации по проектированию и эксплуатации оросительных систем с широкозахватными дождевальными машинами / Г.В. Ольгаренко [и др.]; Всерос. науч.-исслед. ин-т систем орошения и с.-х. водоснабжения "Радуга" [и др.]. – Коломна: Воробьев О. М., 2015. – 85 с.
4. Планирование водопользования при орошении сельскохозяйственных культур: методический материал / Г.В. Ольгаренко, Т.А. Капустина, Д.Г. Ольгаренко, Ф.К. Цекоева. – М.: Росинформагротех, 2014. – 171 с.
5. Применение цифровых технологий для автоматизации ирригационного оборудования при выращивании сельскохозяйственных культур / А. П. Акпасов, Р. Б. Туктаров, М. И. Морозов, П. П. Акпасов // Международный журнал прикладных наук и технологий Integral. – 2024. – № 3. – С. 3-11. – DOI 10.55186/2658-3569-2024-3-3-17.
6. Решение проблемы точности системы ГЛОНАСС и перспективы её улучшения в ближайшие годы / В. В. Пасынков, В. Ф. Брагинец, А. Н. Жуков [и др.] // Труды Института прикладной астрономии РАН. – 2015. – № 35. – С. 17-23.
7. Черных А.Г. Использование БПЛА в системе точного земледелия для дистанционного определения урожая сельскохозяйственной культуры / А.Г. Черных // В сборнике: Устойчивое развитие агропромышленного комплекса как основа продовольственной безопасности. Сборник материалов II Международной научной конференции. – Смоленск: ФГБОУ ВО Смоленская ГСА, 2024. – С. 413-419.
8. Черных А.Г. Применение прямой географической привязки для оценки качества полива круговой широкозахватной дождевальной машиной / А.Г. Черных // В сборнике:

Импортонезависимость и продовольственная безопасность: глобальные вызовы и стратегические тренды развития АПК в условиях трансформации международных экономических отношений. Материалы международной научно-практической конференции, посвящённой 105-летию со дня основания ФГБОУ ВО Омский ГАУ. – Омск: ФГБОУ ВО Омский ГАУ имени П.А. Столыпина, 2023. – С. 282-287.

9. Chenghai YANG. High resolution satellite imaging sensors for precision agriculture. *Front. Agr. Sci. Eng.*, 2018, 5(4): – pp 393-405

10. Kumar, P.; Srivastava, P.K.; Tiwari, P.; Mall, R.K. Chapter 20: Application of GPS and GNSS Technology in Geosciences. In *GPS and GNSS Technology in Geosciences*; Petropoulos, G.P., Srivastava, P.K., Eds.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2021; – pp. 415-427.

Цифровые технологии в образовании

УДК 378:004.9

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОНЛАЙН ПРОГРАММ И МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ СРЕДСТВ В ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННЫХ ГРАЖДАН РУССКОМУ ЯЗЫКУ (ИЗ ОПЫТА РАБОТЫ)

Беляева Н.В., Пигорева О.В.

Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, Курск, Россия

В статье говорится об использовании мультимедийных средств в обучении иностранных обучающихся русскому языку как иностранному (РКИ). Онлайн программы, разработанные ведущими центрами по обучению иностранных граждан русскому языку, видео- и аудиоматериалы, использование возможностей ПК сегодня стали незаменимы как на занятиях в классе под руководством преподавателя, так и в самостоятельной подготовке студентов при изучении РКИ. Авторы делятся своим опытом применения этих инструментов в обучении иностранных студентов русскому языку в аудитории и в воспитательной работе во внеаудиторных мероприятиях.

Ключевые слова: мультимедийные средства, онлайн программы, русский язык как иностранный, иностранные обучающиеся, внеаудиторная деятельность.

ON THE USE OF ONLINE PROGRAMS AND MULTIMEDIA TOOLS IN TEACHING FOREIGN CITIZENS RUSSIAN (FROM WORK EXPERIENCE)

Beliaeva N.V., Pigoreva O.V.

Kursk State Agrarian University named after I. I. Ivanov, Kursk, Russia

The article refers to the use of multimedia tools in teaching foreign students in the Russian language as a foreign (RCT). Online programs developed by leading centers for teaching foreign citizens Russian language, video and audio materials,

The use of PC capabilities today have become indispensable both in class in the classroom under the guidance of the teacher, and in the independent training of students in the study of RCTs. The authors share their experience in applying these tools in teaching foreign students the Russian language in the audience and in educational work in extracurricular activities.

Keywords: mobile application, online programs, Russian as a foreign language, foreign students, extracurricular activities.

Изучение русского языка как иностранного сегодня является актуальным, востребованным и даже модным, особенно в странах Азии, Африки, Латинской Америки, поэтому количество людей в мире, желающих изучать русский язык, неуклонно растет. В этой связи чрезвычайно важно использовать порой необычные, разнообразные и эффективные средства обучения. Несомненно, «отправной точкой» для обучающихся является преподаватель. Его личная увлеченность, заинтересованность в работе, умение донести знания до иностранных граждан становятся основными

«проводниками» русского языка. Но дополнительные средства, к которым относятся онлайн программы, разработанные ведущими центрами обучения иностранных граждан РКИ, видео- и аудиоматериалы, практически неограниченные возможности компьютера играют чрезвычайно важную роль. Все перечисленное позволяет быстрее и результативнее научить иностранных граждан основам русского языка. Это, в свою очередь, дает им возможность вступать в контакт с русскими людьми, быть вовлеченными в общение, понимать происходящее, а значит, быстрее и эффективнее пройти процесс адаптации, без чего невозможно успешное обучение в чужой стране. Как известно, для обучающихся в России «большинство адаптивных проблем ... может быть решено именно благодаря усвоению русского языка» [5], включению иностранцев в реалии современной российской действительности, приобщению к пониманию наших ценностных ориентаций, нравственно-политических проблем, в чем неоценимую помошь оказывают мультимедийные средства.

В наших предыдущих публикациях мы неоднократно говорили об использовании цифровых сервисов как дополнительного средства для изучения русского языка как иностранного, приводили примеры наиболее популярных и интересных, на наш взгляд, мобильных приложений [2-4]. Без сомнения, информатизация процесса обучения и воспитания создает сегодня исключительные возможности для преподавателя и обучающихся, поскольку делает этот процесс «более современным, разнообразным, насыщенным ... оказывает комплексное воздействие на разные каналы восприятия, на различные виды памяти ... позволяет сделать [процесс обучения и воспитания – Н.Б.] ... более наглядным, мобильным и интересным» [9]. В данной статье мы расскажем о своем опыте работы по обучению русскому языку как иностранному обучающихся подготовительных курсов.

По приезде в Курск иностранные граждане обычно совсем не знают русского языка, имеют минимальное представление о России, о городе Курске и Курском государственном аграрном университете имени И.И. Иванова (далее – Курский ГАУ), об исторических событиях, связанных с нашим городом (хотя заметим, что определенная часть приезжающих – братья и сестры тех, кто учился или учится в университете, и едут к нам по совету старших). Поэтому задача преподавателя РКИ – познакомить с городом, «приобщить» к нему. Знакомство с локусом, где им придется жить и учиться в течение ряда лет, мы начинаем с экскурсии, поскольку она «имеет целью «погружение» в атмосферу места, дает возможность показать город как живой организм с его духовными и культурными ценностями» [1]. Первая экскурсия по городу, которая является началом большой обучающей и воспитательной работы, – в военно-патриотический парк «Патриот», где многое рассказывает о Курской битве 1943 г. Парк находится недалеко от университета, что дает возможность провести пешеходную прогулку. Позднее в течение учебного года уже с помощью мультимедийных средств мы не раз будем обращаться к обозначенной теме – «Курская битва», чьему способствуют важные для Курска даты: День освобождения Курска (8

февраля) и связанная с ним Курская битва (июль – август 1943 г.), День защитника Отечества (23 февраля), День Победы (9 мая). К этому времени иностранные обучающиеся уже овладели определенными знаниями по русскому языку и могут понимать адаптированные в соответствующие их уровню тексты, видео- и аудиоматериалы. Региональный компонент очень важен для вовлечения иностранных граждан в жизнь местного локуса, а военные тексты, фотографии, музыка, видеоматериалы, художественные фильмы позволяют им понять беды, выпавшие на долю русских людей во время войны, и трудности восстановления разрушенного хозяйства в послевоенные годы (тем разительнее кажутся им перемены, произошедшие с Курском после войны). «Включение регионального компонента, подразумевающего совокупность сведений, связанных с местом проживания» [7], является «мостиком», который позволяет, увидев общее между людьми разных национальностей, соединить их на основе общечеловеческих ценностей, объединяющих представителей разных континентов и разных культур [6].

Курская область сегодня находится в состоянии постоянной тревоги из-за частых ракетных опасностей и атак со стороны украинских нацистских формирований. Как следствие, заложенные мешками с песком окна, вой сирен, дистанционное обучение... Чтобы все это объяснить, мы используем доступные иностранцам, особенно из стран Африки, понятия: нацизм, дискриминация, притеснение и т. п. Большую помощь в этом оказывают мультимедийные средства. Мы смотрим видеосюжет о Курской битве и освобождении Курска, показываем записи бесед с ветеранами Великой Отечественной войны, читаем их воспоминания о тех событиях. Фильмотека дает возможность посмотреть и обсудить фильмы о подвигах во время Великой Отечественной войны («Повесть о настоящем человеке», «Судьба человека», «В бой идут одни старики» или современный фильм «Т-34» и некоторые другие); мы говорим с иностранцами о героях, которыми гордится наша страна, чьи имена увековечены в Курском ГАУ [8]; рассматриваем старые фотографии, сохраненные или бережно восстановленные сотрудниками музеев и архивов, пытаемся понять, какие здания изображены на них и что сегодня находится на месте развалин или оставов зданий; слушаем аудиозаписи песен о войне и т. п. Такое «приближение» давно прошедшего позволяет сделать историю «живой», дать иностранным обучающимся понимание исторических и современных событий в России. В качестве домашнего задания предлагаем прочитать щемящий очерк нашего земляка, писателя-фронтовика Е.И. Носова «С сединою на висках», в котором тесно связаны прошлое и настоящее Курского края. Война для писателя – мерило силы человеческого духа, критерий его нравственности, которые остаются с человеком до самых последних дней. Удивительные эмоции вызывает у современных иностранных граждан просмотр кадров старых кинопленок и прослушивание граммофонных записей старых песен. Это рождает в них чувство причастности к истории России и к ее настоящему, осознание того, что было

сделано во имя свободы страны, какие жертвы принесены и почему сейчас так упорно Россия отстаивает свои принципы.

Один из первых праздников, который встречают иностранцы в России, – Новый год, в подготовке к которому мультимедийные средства оказывают неоценимую помощь. Иностранные студенты готовят презентации о праздновании Нового года в своей стране, подбирают наиболее интересный материал о национальных традициях, костюмах, блюдах и т. п. Обсуждение презентаций вызывает неизменный интерес. Предпочтительнее, конечно, чтобы в группе учились представители разных стран. В этом случае возникает больше вопросов, обсуждение проходит более ярко и «запоминающееся». Но даже в моннациональной группе, где учатся студенты из одной страны, презентации могут вызывать живое обсуждение и даже споры. С особым старанием и ответственностью подходят иностранцы к рассказу о своей стране, если планируется встреча с русскими студентами факультета. Восторг вызывает появление Деда Мороза с мешком подарков в руках и Снегурочки. Воспоминания об этом празднике сохраняются у иностранных обучающихся надолго. А на предстоящих каникулах можно предложить посмотреть фильмы-сказки, которые интересны, ярки, увлекательны и доступны для понимания: «Морозко», «Снегурочка», фильм-балет «Щелкунчик» и др. Заметим, кстати, что одно из предновогодних занятий посвящено знакомству с содержанием сказки Гофмана «Щелкунчик и Мышиный король». Занятие включает чтение и анализ адаптированного содержания сказки, последующий просмотр и обсуждение мультфильма с одноименным названием и просмотр фрагмента балета «Щелкунчик» в исполнении выдающихся мастеров Большого театра. Следует отметить, что эта сказка не известна иностранным обучающимся (в нашей работе мы не встречали знающих о «Щелкунчике»), тем интереснее знакомить их с советским мультипликационным фильмом (1973 г., режиссер Б. Степанцев), представляющим собой рисованный балет на музыку П.И. Чайковского. Этот мультфильм вызывает яркий эмоциональный отклик – красота музыки, борьба добра и зла, нежность, любовь не могут не тронуть сердца студентов. И самое интересное и, пожалуй, даже неожиданное – это реакция иностранных обучающихся на фрагмент балета в исполнении Н. Цискаридзе и А. Воронцовой. В нашей практике не было случая, чтобы иностранные студенты из Африки когда-либо видели классический балет на сцене театра, поэтому это зрелище на экране монитора вызывает у многих сначала улыбку, смущение, потом удивление и восторг от красоты танца, грации и «поэзии» движений.

Большую помощь преподавателям в приобщении иностранных обучающихся к русской культуре, русским обычаям традиционно оказывает Курский литературный музей, в котором собраны разнообразные артефакты и медиафайлы с материалами о курских писателях и поэтах, местных праздниках. Сотрудники музея делятся своими знаниями и своей любовью к родному краю с иностранцами, которые, в свою очередь, читают выученные наизусть стихи А.А. Фета, Н.Н. Асеева, Р. Рыженковой или отрывки из

прозаических произведений Е.И. Носова, К.Д. Воробьева и др. Чтобы сделать встречи более запоминающимися для иностранцев, сотрудники музея устраивают конкурсы или инсценировки, показывают видеофильмы в соответствии с заданной тематикой. Такие встречи обычно записываются на видео, которое затем выставляется на сайт университета и Литературного музея. Эти видеозаписи студенты ГАУ и других вузов г. Курска могут посмотреть в интернете, поставить «лайки» и написать о свои отзывы. Кроме того, видео на страницах ВК могут посмотреть далеко за пределами нашего региона и даже страны, что, конечно, не может не радовать участников мероприятия. А это, в свою очередь, повышает престиж вуза и становится основанием приезда для обучения в Курск новых групп иностранных обучающихся.

Мультимедийные средства позволяют подготовиться к празднику 8 Марта, узнать о его истории, традициях празднования в разных странах и, конечно, в России. Иностранные обучающиеся слушают русские песни о маме, разучивают ту песню, которая им больше всего понравилась, учат стихи о маме на русском языке, делают открытки (каждый свою) с цветами и поздравлением, которое пишут на двух языках – на русском и на родном. Подготовка заканчивается накануне праздника. И в день 8 Марта каждый студент отправляет маме поздравление и звонит, чтобы его озвучить на русском языке. Благодаря интернет-ресурсам получается трогательно и очень полезно для обучающихся, поскольку они могут продемонстрировать своим родным, как они научились говорить по-русски, и получить от них обратную реакцию, которая для многих становится дальнейшим стимулом для изучения русского языка.

Не менее интересными могут быть занятия, посвященные Дню космонавтики, когда мультимедиа дают возможность увидеть первого космонавта планеты – Юрия Гагарина; исторические кадры перед его полетом и после приземления; услышать его голос и знаменитое «Поехали!»; узнать о том, что предшествовало полету первого человека в космос, увидеть видео о собаках Белке и Стрелке и их судьбе; узнать, как реагировал мир на известие о человеке в космосе; услышать песню о Гагарине и проанализировать текст песни; увидеть трейлер художественного фильма о нем. Заметим, что большинство иностранных граждан не знают (и потому с удивлением узнают), что первый человек в космосе – русский космонавт, а не американец. В завершение работы по теме можно предложить небольшой тест с заданием дать ответы на вопросы, связанные с полетом Юрия Гагарина.

Обобщая сказанное, можем отметить, что мультимедийные средства сегодня – неотъемлемая часть учебного процесса, их использование делает работу преподавателя РКИ более яркой, насыщенной, разнообразной, а процесс обучения – более увлекательным и эффективным. Это привлекает иностранных граждан, изъявляющих желание учиться в российских вузах. В свою очередь многие из вернувшихся на родину после обучения в России

становятся «проводниками» русского языка и «русского мира» в своих странах.

Список литературы

1. Беляева Н.В. Лингвокультурологический потенциал экскурсии как одной из форм адаптационной работы с иностранными гражданами на начальном этапе обучения / Н.В. Беляева, И.П. Михайлова, Б. Абиза // Открытие русского мира: преподавание русского языка как иностранного и общеобразовательных дисциплин в современном образовательном пространстве. Сборник научных статей II Международной научно-практической конференции. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 209-215.
2. Беляева Н.В. Мобильные приложения как дополнительный ресурс при изучении русского языка как иностранного / Н.В. Беляева, Е.А. Панченкова // Образование. Инновации. Качество. Сборник научных трудов, подготовленный по материалам V Международной научно-методической конференции. – Курск, 2023. – С. 91-95.
3. Беляева Н.В. Мобильные программы как дополнительный ресурс при изучении русского языка как иностранного на довузовском этапе обучения / Н.В. Беляева, Е.А. Панченкова // Методика преподавания иностранных языков и РКИ: традиции и инновации: сборник научных трудов VIII Международной научно-методической онлайн-конференции, посвященной Году педагога и наставника в России и Году русского языка в странах СНГ (11 апреля 2023 г.). – Курск: Изд-во КГМУ, 2023. – С. 431–435.
4. Беляева Н.В. Мобильные программы как одно из современных средств обучения русскому языку как иностранному / Н.В. Беляева, Д.Д. Шевченко // Русский язык как иностранный: современные подходы и технологии в преподавании : материалы IV межвузовской науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 29 нояб. 2023 г. / ред.: Н.В. Волочай, С.В. Фадеев, И.М. Чипан. – Санкт-Петербург, 2023. – Т. 2023. – С. 27–31.
5. Беляева Н.В. Онлайн программы как дополнительное средство обучения иностранных граждан русскому языку / Н.В. Беляева, О.В. Пигорева // Цифровые технологии и математическое моделирование в науке, образовании и производстве: материалы Всерос. Науч.-практ. Конф. Для преподавателей и науч. Сотрудников, пос. Молодежный, Иркутская обл., 26–27 сент. 2024 г. / [редкол.: Я. М. Иваньо, М. Н. Полковская, Н. В. Бендин]. – Молодежный, 2024. – С. 58–64.
6. Джунга Ф.Т.Р. «Быть патриотом... что же это значит?» // Патриотическое воспитание иностранных студентов в России / Ф.Т.Р. Джунга, Н.В. Беляева // Русский язык – путь к успеху. Сборник научных трудов по материалам IV Международной студенческой научно-практической конференции. – Курск, 2025. – С. 37-42.
7. Михайлова И.П. Литературная регионалистика как средство формирования знаний иностранных граждан о духовных ценностях России / И.П. Михайлова, Н.В. Беляева, Б. Абиза // Открытие русского мира: преподавание русского языка как иностранного и общеобразовательных дисциплин в современном образовательном пространстве : сб. науч. ст. I Междунар. науч.-практ. конф., Курск, 04–05 дек. 2019 г. / отв. ред. Н. С. Степанова. – Курск, 2019. – ISBN 978-5-7681-1433-6. – С. 177–182.
8. Пигорева О.В. Научно-педагогическая интеллигенция и ее роль в становлении традиционных ценностей в образовательном пространстве провинциального вуза / О.В. Пигорева // Научное обеспечение агропромышленного производства: Материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 20–21 февраля 2018 года. Том Часть 2. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2018. – С. 356-365.
9. Ширяева И.А. Информационно-коммуникативные технологии // [Электронный ресурс] URL: <https://nsportal.ru/pro-spo/obrazovanie-i-pedagogika/library/2023/04/03/informatsionno-kommunikativnye-tehnologii> (дата обращения: 24.09.2025).

СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Бодякина Т.В., Елтошкина Е.В.

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, п. Молодежный,
Иркутский район, Иркутская область, России

В статье рассмотрены новые способы представления информации в цифровом формате в системе образования, а также выявлены причины основных направлений, влияющих на процессы в образовательной деятельности. Проведен детальный анализ современных инструментов и технологий цифровой трансформации, а также выявлены пути, способствующие повышению эффективности обучения в сфере образования. На основе анализа сделаны выводы о необходимости формирования компетенций в сфере цифровизации у студентов, и в связи с этим рассматривается возможность развития инфраструктуры цифровых инициатив.

Ключевые слова: цифровая трансформация, образование, стратегия, студенты, информационные технологии

CONTEMPORARY CHALLENGES AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF EDUCATION IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION

Bodyakina T.V., Eltoshkina E.V.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Molodezhny, Irkutsk district,
Irkutsk region, Russia

The article examines new methods of presenting information in digital format in the education system, and identifies the reasons for the main trends influencing processes in educational activities. A detailed analysis of modern digital transformation tools and technologies is provided, and ways to improve the effectiveness of learning in education are identified. Based on this analysis, conclusions are drawn regarding the need to develop digital competencies in students, and the possibility of developing an infrastructure for digital initiatives is therefore considered.

Keywords: digital transformation, education, strategy, students, information technology

В настоящее время цифровизация образовательного процесса охватывает широкий спектр методических возможностей, при этом современные преподаватели должны учитывать это при подготовке и проведении занятий. Цифровая трансформация представляет собой системное и комбинированное обновление основных составляющих образовательного процесса, которые включают в себя результаты деятельности этого процесса [1, 2].

В сфере образования цифровая трансформация рассматривается, как неизбежное постепенное внедрение информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) во все сферы деятельности как студентов, так и преподавателей. Развитие технологий в современном мире определяет разработку и внедрение новейших стандартов обучения, что дает

возможность создания адаптированных, персонализированных образовательных программ, согласованный с будущими работодателями. В современных условиях устойчивого развития общества высшее образование сталкивается с новыми требованиями к будущим выпускникам [3, 4].

Анализ причин внедрения цифровых технологий в образование показал, что:

- увеличен объем информации, который требует быстрой обработки;
- необходимо подготовить компетентных специалистов, умеющих работать с современными технологиями;
- требуется расширение доступа к онлайн-платформам образования и дистанционным профильным курсам;
- желательно повышать качество и эффективность обучения за счет применения интерактивных методов и мультимедийных средств.

Основные направления цифровой трансформации показаны на рисунке 1.

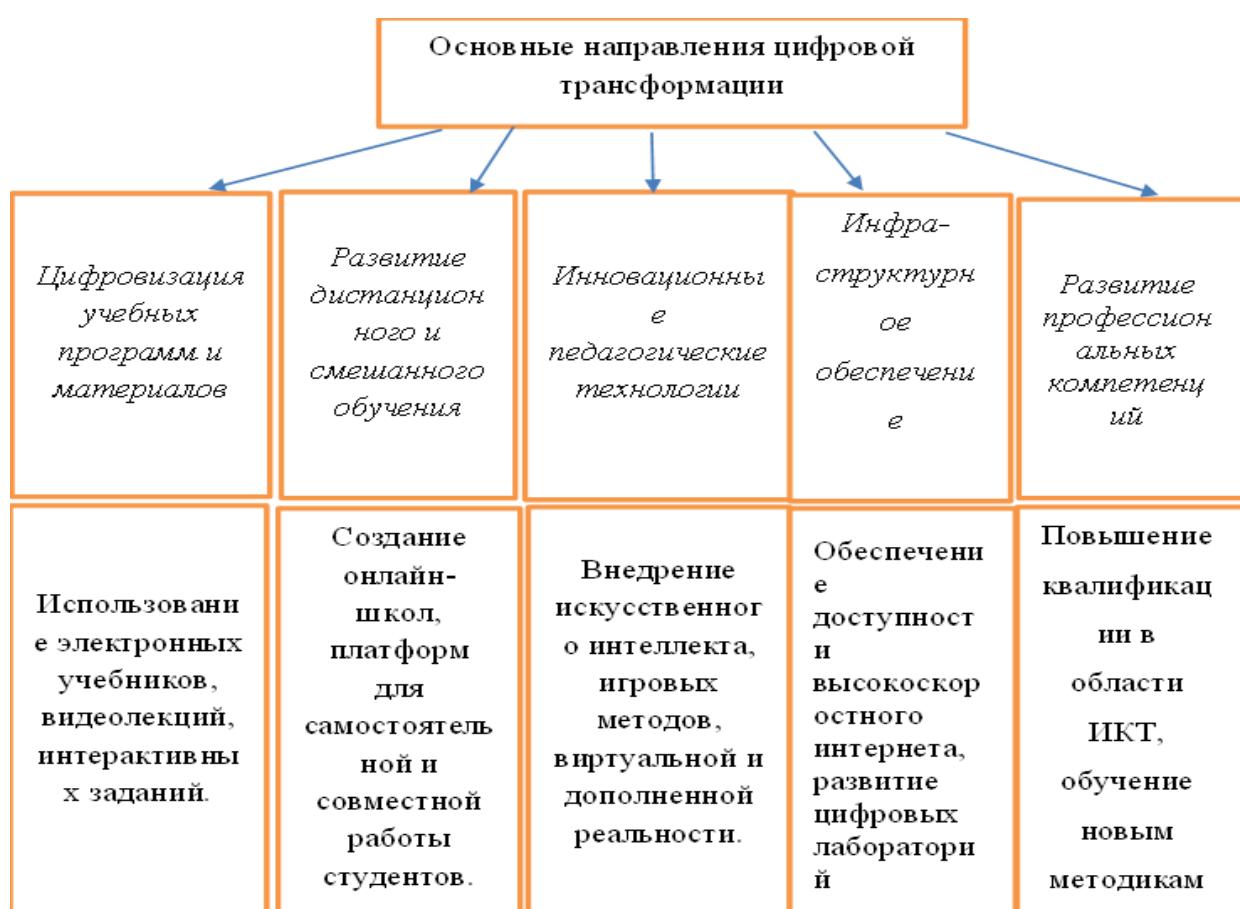


Рисунок 1 – Основные направления цифровой трансформации

В образовательном процессе следы применения цифровой трансформации прослеживаются в:

- повышении мотивации у студентов при использовании современных технологий на учебных занятиях и внеклассных мероприятиях;

- создании индивидуального графика обучения каждого студента для развития личностных качеств;
- расширении возможностей образования с инклюзивными методами с помощью адаптивных средств;
- значимости роли данных и их анализа для цели управления учебным процессом [5, 6].

Проведя анализ применяемых методов цифровой трансформации, можно выделить и ряд возникающих проблем, которые встают на пути их внедрения (рисунок 2). В процессе обучения данные проблемы между собой взаимосвязаны и вытекают один из другого. Все возникающие проблемы желательно решать в комплексе.

Для перспективного развития цифровой трансформации в образовании необходимо применять системный подход, включающий развитие технологической инфраструктуры, подготовку кадров, развитие новых методов обучения и педагогических стратегий. При этом важно учитывать опыт других стран и внедрять инновационные решения, адаптированные к российским образовательным программам [7, 9].



Рисунок 2 – Возникающие проблемы при внедрении методов цифровой трансформации

В связи с разработкой федерального проекта «Цифровая образовательная среда» (2018 года) возникает необходимость создания и внедрения цифровой образовательной среды в образовательных учреждениях, направленных на вектор реализации цифровой трансформации на всех уровнях системы образования [8, 10]. В России во многих профессиональных образовательных организациях процессы цифровизации не используются систематически, что свидетельствует о необходимости учета цифровых технологий при разработке стратегии о цифровой трансформации образования.

Распоряжением правительства РФ от 5 июля 2025 г. утверждено стратегическое направление о цифровой трансформации отрасли науки и высшего образования до 2030 года, которое охватывает все ступени образования и требует её внедрения.

В Иркутском государственном аграрном университете имени А.А. Ежевского осуществляется подготовка специалистов аграрного сектора по направлениям подготовки: «Агроинженерия», «Агрономия», «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», «Ландшафтная архитектура» и другие. Основной целью цифровой трансформации в вузе является переход к массовому качественному образованию, которое направлено на всестороннее развитие личности обучающихся. Для достижения данной цели поставлены следующие задачи:

- 1) внедрить цифровое оборудование, программные продукты, электронную среду, электронную библиотеку;
- 2) проводить обучение преподавателей на курсах повышения квалификации на системной основе;
- 3) применять цифровые технологии для учета посещаемости и успеваемости студентов, а также для проведения занятий;
- 4) осуществлять контроль знаний студентов через индивидуальные проекты, получаемые через электронную среду;
- 5) изучать различные модули онлайн для обмена опытом между студентами и преподавателями разных вузов;
- 6) участвовать в онлайн выставках по различным областям науки.

Процесс цифровизации приобрел особую актуальность в условиях пандемии коронавирусной инфекции. Образовательные учреждения внедряли цифровые технологии во все аспекты своей деятельности – от онлайн-занятий (например, через Zoom, Skype, Moodle) до ведения студенческих чатов и форумов, а также цифрового администрирования [11].

Преподаватели и студенты активно использовали платформу Moodle, ЭИОС Иркутского ГАУ, Teams, Яндекс Телемост для образовательного процесса в условиях дистанционного обучения. Пользователи ЭИОС имеют возможность загружать информацию в различных форматах, включая PDF-файлы, изображения, презентации и видео. ЭИОС также позволяет создавать тесты и отслеживать их выполнение обучающимися, астроенная система аналитики автоматически генерирует отчеты о действиях студентов. Это обеспечивает мгновенный и постоянный доступ обучающимся к учебным

материалам и программам, возможность выполнения заданий и взаимодействия с участниками образовательного процесса в любое время и в любом месте.

Приведем примеры проектов, выполняемых студентами, которые были получены через ЭИОС (рисунок 3).



Численные методы в машиностроении

- ▶ Расчет напряжений и деформаций (метод конечных элементов, FEM)
- ▶ Оптимизация конструкций машин и деталей
- ▶ Пример: проектирование мостов, двигателей



Рисунок 3 – Слайд проекта «Применение численных методов в промышленности и науке»

Формат цифрового общения также включает методы, применимые в педагогической деятельности. При реализации дистанционного обучения эффективно используется российская информационно-коммуникационная платформа «Сфераум», которая может применяться в контексте смешанного обучения, когда часть заданий выполняется в онлайн-формате. Данная платформа позволяет проводить онлайн-уроки, трансляции мероприятий и создавать групповые чаты. Многие вузы проводят онлайн занятия со студентами очно-заочной формы. Благодаря данной форме проведения занятий студенты, живущие в разных городах и районах, могут подключиться к занятию по ссылке. А также выполнить задания для самостоятельного решения и отправить на проверку.

В заключении хотелось бы отметить, что для развития современного общества необходимым является внедрение цифровой трансформации в образовании. Благодаря внедрению современных технологий возможно повысить качество обучения, расширить кругозор студентов о способах применения в производстве полученных знаний, а также определить вместе с предприятиями плана производственной и преддипломной практики. Весь процесс внедрения цифровых технологий требует постоянных системных усилий, а также инвестиций в материально-техническую базу, в инфраструктуру, и в выработку профессиональных компетенций педагогов.

Список литературы

1. Авторханова Э.И. Управление инновациями в высшем образовании: цифровая трансформация и новые модели / Э. И. Авторханова, М. Я. Эльжуркаева // Управление образованием: теория и практика. – 2024. – № 12-1. – С. 83-92. – DOI 10.25726/g2605-8509-4985-w.
2. Асалханов П.Г. Цифровая образовательная среда Иркутского государственного аграрного университета / П. Г. Асалханов, Н. В. Бендин, Н. И. Федурина // Научный и экономический потенциал развития общества: теория и практика: Материалы всероссийской научно-практической конференции, посвященной 60-летию финансово-экономического факультета, Благовещенск, 17 ноября 2023 года. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2023. – С. 374-380.
3. Бодякина Т.В. О цифровизации образования в вузе / Т.В. Бодякина, Е.В. Елтошкина // Прикладные аспекты математики и естественных наук в образовании, технике и экономике: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию кафедры математики, Иркутск, 23–24 мая 2024 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2024. – С. 226-231.
4. Карнаух В.К. Цифровая трансформация в образовании / В.К. Карнаух // Классический университет: современные тенденции и векторы развития (на пути к 270-летию Московского университета): XVIII Международная научная конференция «Сорокинские чтения-2024», Москва, 19 февраля 2024 года. – Москва, 2024. – С. 331-334.
5. Ларионова В.А. Цифровая трансформация университетов: заметки о глобальной конференции по технологиям в образовании Edcrunch Ural/ В.А. Ларионова, А.А. Карасик // Университетское управление: практика и анализ. – 2019. – Т. 23, № 3. – С. 130-135.
6. Машинное обучение и доверие к результатам классификации / А. А. Грушо, Н.А. Грушо, М. И. Забежайло [и др.] // Информатика и ее применения. – 2025. – Т. 19, № 2. – С. 63-68. – DOI 10.14357/19922264250208.
7. Морозов С.А. Цифровая трансформация в образовании: инструменты развития инновационных форм в обучении / С. А. Морозов // Сборники конференций НИЦ Социосфера. – 2021. – № 1. – С. 55-57.
8. Набойченко Е.С. Цифровая трансформация в образовании и цифровые компетенции преподавателя: стратегические ориентиры / Е.С. Набойченко, М.В. Носкова // Педагогическое взаимодействие: возможности и перспективы: Материалы III международной научно-практической конференции, Саратов, 25–26 марта 2021 года. – Саратов: Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского, 2021. – С. 401-405.
9. Трифонова И.С. Оценка влияния цифровой образовательной экосистемы на развитие человеческого потенциала / И.С. Трифонова // Перспективы науки и образования. – 2025. – № 1(73). – С. 10-25. – DOI 10.32744/pse.2025.1.
10. Цифровая трансформация, информационно-коммуникационные технологии в экономике, образовании и праве: Сборник статей I Всероссийской научно-практической конференции, Рязань, 19–20 декабря 2024 года. – Рязань: ОЧУВО «Международный инновационный университет», 2024. – 126 с.
11. Яковлева Л.А. Оценка удовлетворенности студентов педагогических направлений подготовки качеством развития цифровых компетенций с элементами электронного обучения / Л. А. Яковлева // Перспективы науки и образования. – 2025. – № 1(73). – С. 92-104. – DOI 10.32744/pse.2025.1.6.

ПРИЛОЖЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЗАДАЧАХ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ МАТЕМАТИКИ СТУДЕНТАМИ-ИНЖЕНЕРАМИ

Голышева С.П.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

Данная статья посвящена приложению теории дифференциальных уравнений к задачам теплопроводности. Именно с точки зрения приложения в различных областях наук математика играет важную роль в математической подготовке студентов в высшей школе. В частности, для инженеров, знание основ математических дисциплин является залогом успеха в освоении смежных с математикой дисциплин. Задача теплопроводности – одна из типичных нестационарных задач математической физики, математической моделью которой являются дифференциальные уравнения в частных производных с начальными или граничными условиями. Приведены примеры задач теплопроводности для нестационарного случая.

Ключевые слова: дифференциальное уравнение в частных производных, уравнение теплопроводности, интегрирование, ряды Фурье.

APPLICATION OF DIFFERENTIAL EQUATIONS IN THERMAL CONDUCTIVITY PROBLEMS IN THE STUDY OF MATHEMATICS BY ENGINEERING STUDENTS

Golysheva S.P.

*Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia*

This article is devoted to the application of the theory of differential equations to the problems of thermal conductivity. It is from the point of view of application in various fields of sciences that mathematics plays an important role in the mathematical preparation of students in higher education. In particular, for engineers, knowledge of the fundamentals of mathematical disciplines is the key to success in mastering mathematics-related disciplines. The problem of thermal conductivity is one of the typical non-stationary problems of mathematical physics, the mathematical model of which is partial differential equations with initial or boundary conditions. Examples of thermal conductivity problems for the nonstationary case are given.

Keywords: partial differential equation, heat conduction equation, integration, Fourier series.

В курсе обучения дисциплине «Математика» студентов инженерно-технических направлений изучение раздела «Дифференциальные уравнения», ограничено рассмотрением лишь обыкновенных дифференциальных уравнений, в то время как дифференциальные уравнения в частных производных остаются без внимания, либо отводятся на самостоятельное изучение студентами [2]. Это связано с сокращением объема часов в учебном плане, отводящихся на дисциплину «Математика» для указанных направлений. Изучение данного раздела важно, так как оно

является основополагающим для дальнейшего изучения таких дисциплин, как «Тепломассообмен», «Основы трансформации теплоты», «Электрокотельные», «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии», «Источники и системы теплоснабжения» и др. В этом и состоит актуальность темы исследования.

Дифференциальные уравнения обладают колоссальным спектром применимости. Ими описываются природные физические процессы и явления, происходящие в окружающей действительности. Приложения обычных дифференциальных уравнений рассмотрены, в частности, в учебном пособии автора данной статьи [2].

Так, задача теплопроводности – одна из типичных нестационарных задач математической физики, в которой уравнение теплопроводности (дифференциальное уравнение в частных производных), являясь важным инструментом для анализа тепловых процессов в различных областях: физики, инженерии, материаловедения и др., описывает распределение температуры в пространстве и ее изменение со временем.

К примеру,

$$\frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right), \quad (1)$$

где $u(M, t)$ – температура однородного тела в точке M , ограниченного поверхностью M в момент времени t , есть уравнение теплопроводности для нестационарного случая. Если однородным телом является стержень, поглощаемый тепло, то в этом случае $\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = 0$ и уравнение (1) примет вид:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}. \quad (2)$$

В работе [6] представлена математическая модель теплообмена скважины, окруженной практически неограниченным природным массивом горных пород, с потоком движущегося теплоносителя.

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial r} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right), \quad (3)$$

где T – температура; τ – время; r – радиус-вектор; z – аппликата; $a = \frac{\epsilon}{c\rho}$ – коэффициент температуропроводности, ϵ – коэффициент теплопроводности, c – плотность, ρ – удельная теплоемкость.

Существует множество методов решения уравнения теплопроводности, среди них – аналитический, применяемый для простых задач, численный – для более сложных задач с нерегулярными граничными условиями или сложной геометрией. Точное аналитическое решение задач математической физики находится, как правило, методами интегрирования дифференциальных уравнений в частных производных, включающих искомые функции, в некоторой пространственно-временной области, на границе которой эти функции подчинены краевым условиям. Часто точные методы не разрешают проблему нахождения решения в нелинейных задачах, тогда прибегают к численным методам [4].

В [4] предложен единый алгоритм решения одномерных нестационарных задач теплопроводности в телах с простой геометрией (пластина, стержень, шар, цилиндр), имеющих внутренние источники теплоты различной природы, на основе которого получена формула, позволяющая получать решения многих частных одномерных задач нестационарной теплопроводности, в частности, для анализа работоспособности теплонаагруженных элементов конструкции, подвергнутой декомпозиции.

В настоящее время во многих областях науки для моделирования различных процессов широко применяется теория дробного исчисления [1]. Дифференциальные уравнения с производными дробного порядка используются при моделировании миграции токсичных веществ в пористых неоднородных средах и позволяют более корректно описать поведение токсичных веществ на больших расстояниях от источника. Дифференциальное уравнение в частных производных дробного порядка, описывающее миграцию токсичных веществ в подземных водах имеет вид:

$$\frac{\partial^a u(x,t)}{\partial t^a} = D \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \nu \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial u}{\partial x} - \mu u, \quad 0 < x < l, t > 0, \quad (4)$$

начальные условия: $u(x, 0) = u^0$, граничные условия: $u(0, t) = 0$, $u(l, t) = 0$, $t \geq 0$; где u – концентрация токсичного вещества, $\text{мг}/\text{м}^3$; D – коэффициент дисперсии в направлении оси x , $\text{м}^2/\text{с}$; μ – константа скорости превращения токсичного вещества, $1/u$; ν – скорость движения воды в порах почвы в направлении оси x , $\text{м}/\text{с}$; t – время, с ; l – расстояние, на котором концентрация принимает значение u^0 , м ; a – порядок производной.

Обобщенные ряды Фурье служат математическим инструментом для решения задач математической физики [5].

В курсах уравнений математической физики изложен ряд методов, позволяющих найти аналитическое решение [2] для весьма ограниченного класса задач. Как правило, это простейшие одномерные задачи в областях простой формы.

Рассмотрим ряд примеров.

Пример 1. Дан тонкий однородный стержень длины l , изолированный от внешнего пространства и имеющий начальную температуру $T(x, t)|_{t=0} = f(x) = \frac{\mu(x^2 - lx)}{l^2}$. Температура на концах стержня равна нулю. Найти температуру стержня $T(x, t)$ при $t > 0$.

Решение. Из условия задачи следует, что стержень ограничен с обоих концов, т.е. $T(x, t)|_{x=0} = T(x, t)|_{x=l} = 0$. Закон распределения температуры стержня описывается уравнением (2). Для нахождения температуры стержня в момент времени $t > 0$ применим следующие формулы:

$$T(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} b_k \cdot e^{-\left(\frac{\pi k a}{l}\right)^2 \cdot t} \cdot \sin \frac{\pi k x}{l},$$

где

$$b_k = \frac{2}{l} \int_0^l f(x) \sin \frac{\pi k x}{l} dx.$$

Итак, $b_k = -\frac{2\mu}{l^3} \int_0^l (lx - x^2) \cdot \sin \frac{\pi kx}{l} dx$; дважды интегрируя по частям, получим $b_k = -\frac{4\mu}{\pi^3 k^3} (1 - \cos \pi k)$, при k четном $b_k = 0$, при k нечетном $b_k = -\frac{8\mu}{\pi^3 k^3}$ или $b_k = -\frac{8\mu}{\pi^3 (2n+1)^3}$, $n = \overline{0, \infty}$.

Следовательно, закон изменения температуры стержня при $t > 0$:

$$T(x, t) = -\frac{8\mu}{\pi^3} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^3} \cdot e^{-\left(\frac{\pi a(2n+1)}{l}\right)^2 \cdot t} \cdot \sin \frac{\pi(2n+1)x}{l}.$$

В данной задаче выполняются условия теоремы Дирихле, поскольку функция является кусочно-непрерывной и кусочно-монотонной в ограниченной области.

Пример 2. Имеется однородный полубесконечный стержень, левый конец которого поддерживается нулевой температурой. Найти закон изменения температуры в момент времени $t > 0$, если в начальный момент времени температура изменялась по закону: $T(x, 0) = \ln(x + 1)$, $0 < x < l$ и $T(x, 0) = 0$, $x > l$, причем $T(0, t) = 0$ [3].

Решение. Закон изменения температуры стержня задается уравнением (2). В случае ограниченности стержня с одной стороны, температура определяется по формуле

$$T(x, t) = \frac{1}{2a\sqrt{\pi t}} \int_0^{+\infty} f(\xi) \cdot \left[e^{-\frac{(\xi-x)^2}{4a^2 t}} - e^{-\frac{(\xi+x)^2}{4a^2 t}} \right] d\xi + \\ + \frac{1}{2a\sqrt{\pi t}} \int_0^t \varphi(\eta) \cdot e^{\frac{x^2}{4a^2(t-\eta)}} \cdot (t-\eta)^{-1,5} d\eta.$$

В нашем случае $\varphi(x) = 0$.

$$T(x, t) = \frac{\ln(x+1)}{2a\sqrt{\pi t}} \int_0^{+\infty} \left[e^{-\frac{(\xi-x)^2}{4a^2 t}} - e^{-\frac{(\xi+x)^2}{4a^2 t}} \right] d\xi = \\ = \frac{\ln(x+1)}{2a\sqrt{\pi t}} \left[\int_0^l \left(e^{-\frac{(\xi-x)^2}{4a^2 t}} - e^{-\frac{(\xi+x)^2}{4a^2 t}} \right) d\xi \right].$$

Применяя подстановки: $\frac{\xi-x}{2a\sqrt{t}} = \theta_1$ и $\frac{\xi+x}{2a\sqrt{t}} = \theta_2$, учитывая, что

$\int_0^z e^{-\mu^2} d\mu = \frac{\sqrt{\pi}}{2} \Phi(z)$, где $\Phi(z)$ – функция Лапласа, окончательно получим:

$$T(x, t) = \frac{\ln(x+1)}{2} \left(\Phi\left(\frac{l-x}{2a\sqrt{t}}\right) + 2\Phi\left(\frac{x}{2a\sqrt{t}}\right) - \Phi\left(\frac{l+x}{2a\sqrt{t}}\right) \right).$$

Пример 3. Температура однородного бесконечного стержня в момент времени $t = 0$ изменилась по линии прямой от точки $(1; 0)$ к точке $(l; 2)$.

Найти закон изменения температуры стержня при $t > 0$, если $\frac{\partial T}{\partial t} = 4 \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$.

В начальный момент времени температура изменялась по закону

$$T(x, 0) = \phi(x) = \frac{2(x-l)}{l-1}.$$

В случае бесконечного стержня температуру стержня можно найти по формуле:

$$T(x, t) = \frac{1}{2a\sqrt{\pi t}} \int_{-\infty}^{+\infty} f(\xi) \cdot e^{-\frac{(\xi-x)^2}{4a^2 t}} d\xi.$$

Следовательно,

$$\begin{aligned} T(x, t) &= \frac{1}{4\sqrt{\pi t}} \int_1^l \frac{2(x-l)}{l-1} \cdot e^{-\frac{(\xi-x)^2}{16t}} d\xi = \frac{x-l}{2(l-1)\sqrt{\pi t}} \int_1^l e^{-\frac{(\xi-x)^2}{16t}} d\xi = \\ &= \left\{ \begin{array}{l} \frac{\xi-x}{4\sqrt{t}} = \theta \\ d\xi = 4\sqrt{t} d\theta \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \text{если } \xi = 1, \text{ то } \theta = \frac{1-x}{4\sqrt{t}} \\ \text{если } \xi = l, \text{ то } \theta = \frac{l-x}{4\sqrt{t}} \end{array} \right\} = \\ &= \frac{2(x-l)}{(l-1)\sqrt{\pi}} \cdot \int_{\frac{1-x}{4\sqrt{t}}}^{\frac{l-x}{4\sqrt{t}}} e^{-\theta^2} d\theta = \\ &= \frac{2(x-l)}{(l-1)\sqrt{\pi}} \left[\int_0^{(l-x)/4\sqrt{t}} e^{-\theta^2} d\theta - \int_0^{(1-x)/4\sqrt{t}} e^{-\theta^2} d\theta \right] = \\ &= \frac{x-l}{l-1} \left[\Phi\left(\frac{l-x}{4\sqrt{t}}\right) - \Phi\left(\frac{1-x}{4\sqrt{t}}\right) \right]. \\ T(x, t) &= \frac{x-l}{l-1} \left[\Phi\left(\frac{l-x}{4\sqrt{t}}\right) - \Phi\left(\frac{1-x}{4\sqrt{t}}\right) \right]. \end{aligned}$$

Таким образом, нами рассмотрены некоторые приложения дифференциальных уравнений в частных производных, а именно к задачам теплопроводности.

Список литературы

1. Афанасьева А.А. Численное решение нестационарного дробного дифференциального уравнения в задачах моделирования распространения токсичных веществ в подземных водах / А. А. Афанасьева, Т.Н. Швецова-Шиловская, Д.Е. Иванов, Д.И. Назаренко, Е.В. Казарезова // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2019. – № 4. – С. 70–80.
2. Голышева С.П. Математика. Приложения дифференциальных уравнений: Учебное пособие для студентов первых и вторых курсов инженерно-технических, экономических и биологических направлений аграрных вузов / С.П. Голышева. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Издательско-книготорговый центр «Колосс», 2022. – 116 с. – (Адаптивные технологии в агропромышленном комплексе).
3. Данко П.Е. Высшая математика в упражнениях и задачах. Ч. 2: Учеб. пособие для студентов втузов. - 3-е изд., перераб. и доп./ П.Е. Данко, А.Г. Попов, Т.Я. Кожевникова. – М.: Высш. школа, 1980. – 365 с.
4. Елисеев В.Н., Алгоритм решения обобщенной задачи нестационарной теплопроводности в телах простой геометрической формы / В.Н. Елисеев, В.А. Товстоног, Т.В. Боровкова // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение. – 2017. – № 1. – С. 112–128.

5. Емельянов В.М. Уравнения математической физики. Практикум по решению задач: учебное пособие для вузов / В. М. Емельянов, Е. А. Рыбакина. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2025. — 216 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/496322> (дата обращения: 12.10.2025).

6. Чермошенцева А.А. Численные схемы решения двумерного уравнения теплопроводности в цилиндрических координатах /А.А. Чермошенцева, И.С. Плотникова // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2011. – С. 21–25.

УДК 378.147

ПРОГРАММНЫЕ ПРОДУКТЫ КАК ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ВИЗУАЛИЗАЦИИ В ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ СТУДЕНТОВ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

Голышева С.П.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
n. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

Статья посвящена вопросу применения программных продуктов в решении математических задач, связанных с выполнением расчетно-графических работ при изучении математики студентами высшей школы. Графические программные продукты являются дополнительным инструментом для обеспечения наглядности и визуализации изучаемых математических объектов и связей между ними в контексте поставленной задачи. С их помощью возможно графическое изображение геометрических объектов в формате 3D, что практически невозможно или трудновыполнимо на листе бумаги вручную. Рассмотрены некоторые графические редакторы, указаны преимущества и недостатки.

Ключевые слова: преподавание математики, графический редактор, наглядность, визуализация, кратные интегралы, студенты, вуз.

SOFTWARE PRODUCTS AS ADDITIONAL VISUALIZATION TOOLS IN TEACHING MATHEMATICS TO UNIVERSITY STUDENTS

Golysheva S.P.

Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

The article is devoted to the issue of using software products in solving mathematical problems related to performing computational and graphical work in the study of mathematics by students of higher education. Graphical software products are an additional tool for providing clarity and visualization of the studied mathematical objects and the relationships between them in the context of the task. With their help, it is possible to graphically depict geometric objects in 3D format, which is almost impossible or difficult to do manually on a piece of paper. Some graphic editors are considered, the advantages and disadvantages are indicated.

Keywords: teaching mathematics, graphic editor, visibility, visualization, multiple integrals, students, university.

Программный продукт – это комплекс взаимосвязанных программ, данных и документации, предназначенный для решения определенной задачи и поставляемый пользователю для использования. Один из таких продуктов является графический редактор – программа или пакет программ, предназначенный для создания, просмотра, редактирования и обработки цифровых изображений (рисунков, фотографий, диаграмм и др.), а также для рисования линий и фигур, добавления текста, изменения цветов, применения фильтров и эффектов. Область применения данных программ разнообразна, они используются в дизайне, маркетинге, веб-разработке, рекламах и т.д. Применительно к математике уместными будут векторные графические редакторы, основанные на математических формулах (линиях, кривых, фигурах), позволяющие создавать масштабируемые изображения, не теряющие качества при увеличении, что делает их идеальными для чертежей. Одним из стандартных и простых в использовании растровых графических редакторов является Microsoft Paint, встроенный в операционную систему Windows и предназначенный для создания и редактирования геометрических фигур и изображений от руки, рисунков, диаграмм и работы с базовыми графическими операциями. Он включает инструменты для рисования, добавления фигур и текста, а также функции обрезки и изменения размера изображений. С помощью программного обеспечения Microsoft Office PowerPoint у обучающихся есть возможность подготовить и создать презентации. Применение рисуночных редакторов в решении геометрических задач позволяет детально изучать математические объекты (кривые, фигуры на плоскости, объемные тела) и их свойства, указывать последовательность их построения, взаимного расположения и связей между ними [3].

В работе [1] компьютерные математические пакеты GeoGebra и Maple рассматриваются в качестве компьютерных тренажеров в решении учебно-математических задач, способствующим информатизации знаний математики, формированию профессиональных компетенций в образовательном процессе.

Проведя сравнительный анализ графических редакторов, авторы работы [9] сделали вывод, что графические редакторы обладают целенаправленностью в использовании, к примеру, редактор «Януш» и графический пакет КОМПАС-3D LT – при изучении геометрии. Графический редактор Advanced Grapher 2.2 удобен в исследовании функций и построении графиков. Но все они служат вспомогательным инструментом в обучении математике, способствующим наглядному восприятию новых знаний, развитию пространственного воображения и легки в использовании.

«GeoGebra» – это бесплатная математическая программа для всех уровней образования, включающая в себя геометрию, алгебру, таблицы, графы, статистику и арифметику, в одном удобном для использования пакете. Программа имеет широкие возможности работы с функциями: построение графиков, вычисление корней, экстремумов, интегралов и др. Графический редактор «GeoGebra» обладает большими функциональными

возможностями, начиная с построения точки и простейших алгебраических вычислений и заканчивая построениями плоских и пространственных объектов в формате 2D и 3D, их поворотами, сечениями, метрическими преобразованиями и т.д.

Программа «GeoGebra» предназначена прежде всего для решения задач школьного курса геометрии: в ней можно создавать всевозможные чертежи из точек, векторов, отрезков, прямых, строить графики элементарных функций. К тому же эти конструкции можно динамически изменять варьированием некоторого параметра, входящего в уравнение, а также строить перпендикулярные и параллельные заданной прямой линии, серединные перпендикуляры, биссектрисы углов, касательные, определять длины отрезков, площади многоугольников и др. Все эти возможности позволяют решать любую задачу на построение (с помощью линейки и циркуля) конструктивной геометрии [2].

Рассмотрим применение графических редакторов в контексте выполнения расчетно-графических работ (РГР), выполняемых студентами в высшей школе. РГР относятся к разряду самостоятельной работы студентов (СРС), основанные на самостоятельном исследовании поставленной, в частности, математической задачи и нахождения способов ее решения с применением математических методов и приемов. Благодаря самостоятельной работе у студента формируются умения в составлении математических моделей с графическим сопровождением объектов исследования и установления связей между ними для обеспечения визуализации и наглядности их качественных и количественных характеристик, а также способствуют закреплению полученных теоретических и практических знаний, глубокому их усвоению, развитию аналитического, пространственного и творческого мышления, внимания, сосредоточенности в вычислительной деятельности, четкости и аккуратности выполнения чертежей, рисунков и графиков [6].

В ряде случаев, к примеру, при изучении таких разделов математики, предусмотренные образовательной программой по математике для бакалавриата инженерно-технических направлений Иркутского ГАУ имени А.А. Ежевского, как «Геометрические приложения определенных интегралов», «Кратные интегралы», «Функции многих переменных», «Полярная система координат» и других, связанных с аналитической геометрией на плоскости и пространстве, в которых требуется применение геометро-графических компетенций, возникает трудности сколько не вычислительного характера, а графического. Под геометро-графической компетенцией, согласно [3], понимается интеллектуальный вид учебной деятельности, при котором формируются геометрические представления, навыки графического изображения математических объектов, построения математических моделей на основе применения математических понятий, определений, свойств, аксиом, теорем планиметрии, стереометрии, топологии и дальнейшей интерпретации полученных выкладок. В графике кроется ценная информация, необходимая для решения задачи.

Учитывая, что развитие науки, техники, экономики идет ускоренными темпами к цифровизации и компьютеризации, к специалисту сельского хозяйства предъявляется ряд требований, которыми он должен обладать по окончании вуза. Эти требования заложены в Федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования третьего поколения (ФГОС ВО 3++), именуемые как общепрофессиональные, профессиональные и универсальные компетенции. Становление специалиста, обладающего высокопрофессиональными способностями (компетенциями), в совершенстве владеющими знаниями, умениями и навыками, необходимыми для осуществления профессиональной деятельности – цели, которые преследует высшее профессиональное аграрное образование [5].

По мнению М.А. Степкиной [10], система математической подготовки в вузе должна быть ориентирована не только на получение знаний и умений их применять в будущей профессиональной деятельности, но и должна быть нацелена на профессионально-личностное развитие обучающегося [8]. Формирование математических знаний студента должно быть целесообразным в контексте с типом мышления: предметно-действенное, абстрактно-символическое, словесно-логическое, наглядно-образное, творческое (креативное) [4]. В применении графических редакторов активизируется наглядно-образный тип мышления обучающихся.

Перейдем к детальному рассмотрению вопроса применения графических конструктов в обучении математике. Выделим один сложных разделов курса математики «Кратные интегралы», требующих интеграции теоретических и практических знаний функций одной и нескольких переменных, а также умений и навыков применения математических методов при решении задач. Как правило, при вычислении кратных интегралов возникает необходимость в построении области интегрирования (например, в плоскости Oxy), по которой ведется интегрирование, получаемой проецированием тела, ограниченного указанными поверхностями. Сложность задачи сводится к построению этих поверхностей. Графические редакторы могут стать вспомогательным инструментом в решении данной проблемы. Рассмотрим примеры использования графических редакторов на примере вычисления объемов тел с помощью двойных и тройных интегралов. Как отмечено в [7], геометрические приложения кратных интегралов способствуют развитию пространственного мышления студентов в высшей школе.

Пример 1. Вычислить объем тела, расположенного вне цилиндра $x^2 + y^2 = 4$ и ограниченного поверхностями $z = 4 - (x^2 + y^2)/4$ и $z = 0$ (рис. 1 а, б).

Решение. Построим указанные поверхности в графическом редакторе Desmos.

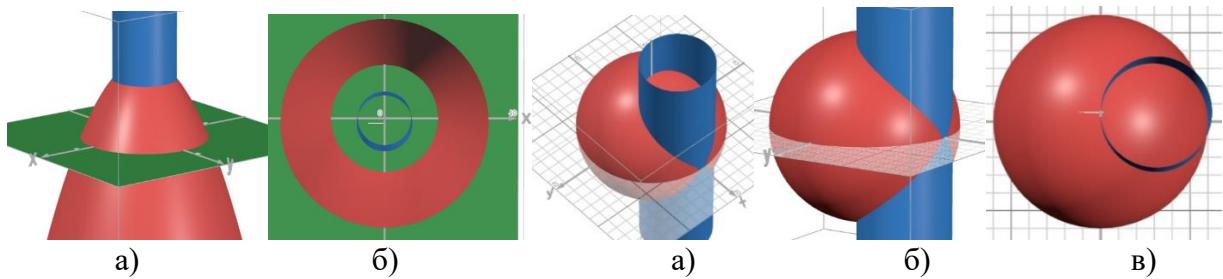


Рисунок 1 – Пересечение поверхностей
 $z = 4 - (x^2 + y^2)/4$, $x^2 + y^2 = 4$, $z = 0$

Рисунок 2 – Пересечение поверхностей
 $x^2 + y^2 + z^2 = 36$, $(x - 3)^2 + y^2 = 9$

На рис. 1а тело, объем которого требуется вычислить, находится вне цилиндра $x^2 + y^2 = 4$, внешне ограничено параболоидом $z = 4 - (x^2 + y^2)/4$, снизу – плоскостью $z = 0$. Воспользовавшись опцией вращения фигур в данном редакторе, получим, что областью интегрирования D служит проекция тела на плоскость Оху, являющейся частью круга, ограниченной двумя концентрическими окружностями радиусами $r_1 = 2$ и $r_2 = 4$ соответственно (рис. 1б).

Таким образом, переходя от декартовых к полярным координатам: $x^2 + y^2 = r^2$, при $2 \leq r \leq 4$, $0 \leq \varphi \leq 2\pi$ (можно воспользоваться свойством симметрии области D), получим:

$$V_{\text{тела}} = \iint_D \left(4 - \frac{x^2+y^2}{4}\right) dx dy = 4 \int_0^{\pi/2} d\varphi \int_2^4 (4 - r^2/4) r dr = 18\pi.$$

Объем тела с помощью тройного интеграла в цилиндрических координатах будет равен:

$$V_{\text{тела}} = \iiint_V dx dy dz = 4 \int_0^{\pi/2} d\varphi \int_2^4 r dr \int_0^{4-r^2/4} dz = 18\pi.$$

К последующим задачам приведем иллюстрации графических изображений в разных программных пакетах без приведения подробного к ним решения.

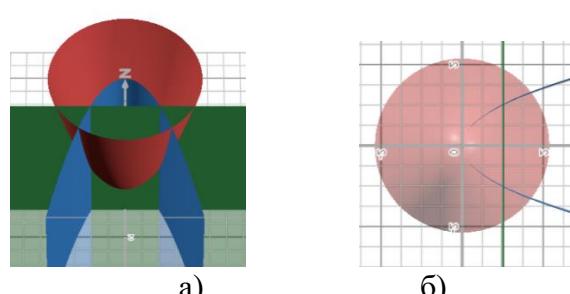


Рисунок 3 – Пересечение поверхностей
 $z = x^2 + y^2$, $y = x^2$, $y = 1$

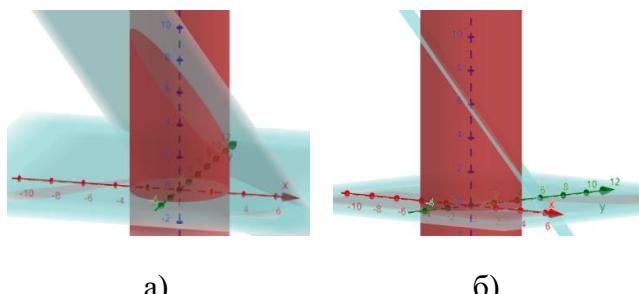


Рисунок 4 – Пересечение поверхностей
 $x^2 + y^2 = 9$, $z = 6 - x - y$, $z = 0$

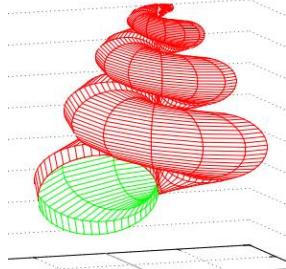
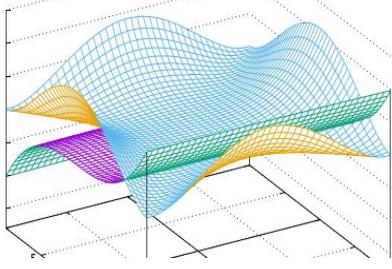
Пример 2. Вычислить объем тела, ограниченного поверхностями $x^2 + y^2 + z^2 = 36$, $(x - 3)^2 + y^2 = 9$ (рис. 2 а, б, в).

Пример 3. Вычислить объем тела, ограниченного поверхностями $z = x^2 + y^2$ и $y = x^2$ и $y = 1$ (рис. 3 а, б).

Пример 4. Вычислить объем тела, ограниченного поверхностью цилиндра $x^2 + y^2 = 9$, $z = 6 - x - y$, $z = 0$ (рис. 4 а, б).

На рис. 4 а, б поверхности построены в графическом редакторе «GeoGebra».

На рис. 5 и 6 построены графики поверхностей в редакторе Frafikus, в котором изображения возможные в форматах 2D и 3D. Они отличаются четкостью, яркостью, что положительно влияет на качество визуализации. Однако в данном редакторе отсутствует опция произвольного вращения фигур в пространстве. Чтобы это выполнить, в строке «поворот» необходимо выполнить отдельную функцию, а именно ввести значения градусов, на которые нужно совершить поворот. Это доставляет некоторые неудобства. Еще одним недостатком, выявленным нами в данном калькуляторе, является ввод формульных выражений с помощью комбинации клавиш клавиатуры, из-за чего возможна дополнительная траты времени при наборе.

	
Рисунок 5 – Морская раковина	Рисунок 6 – Пересечение поверхностей $z = 10x^3 - y^2 - xy + 2x - y - 1, z = (5 - x^2 + y^2)^2$

Приведенные примеры показывают возможности реализации компьютерной поддержки в решении широкого класса конструктивных и вычислительных задач и визуализации полученных объектов [1]. Между тем стоит отметить, что применение графических калькуляторов в обучении математике должно быть дозированным и контролируемым преподавателем. Поскольку ручное построение чертежей с использованием карандаша, линейки, циркуля оказывает положительное влияние на активизацию мыслительной деятельности, развитие речи и мелкой моторики обучающегося.

Подведя итоги, отметим, что программные продукты (графические редакторы) являются вспомогательным инструментом для визуализации геометрических объектов, которые зачастую трудно воспринимаемы в пространственном воображении и служат наглядным средством обучения. Мы рассмотрели лишь часть из существующих.

Расчетно-графические работы – это та платформа, в которой удачно сочетаются условия для владения вычислительными навыками и навыками построения фигур в формате 2D и 3D и для этого не обязательно прибегать к графическим редакторам, которые целесообразно применять в качестве дополнительного средства визуализации геометрических объектов.

Список литературы

1. Антропова Г.Р. Использование различных программных продуктов как основы компьютерных тренажеров по решению математических задач / Г.Р. Антропова, С.Н. Матвеев, Р.Г. Шакиров // Проблемы современного педагогического образования. – 2021. – С. 20-26.
2. Антропова Г.Р. Реализация некоторых задач дифференциальной геометрии в программе GeoGebra / Г.Р. Антропова, С.Н. Матвеев, Р.Г. Шакиров // Высшее образование сегодня. – 2020. – С.58- 63.
3. Голышева С.П. Информационные технологии как средство формирования геометро-графической компетенции в математической подготовке студентов / С.П. Голышева // Цифровые технологии в образовании, науке и сельском хозяйстве. – Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского. – 2023. – С. 27-34.
4. Голышева С.П. Оптимизация подходов обучения математике студентов в аграрном вузе в соответствии с типом мышления / С.П. Голышева // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – № 3. – С. 18.
5. Голышева С. П. Применение математического моделирования в профессионально ориентированном обучении математике студентов в аграрном вузе // Педагогический журнал. – 2020. – Т. 10. – № 4-1. – С. 289-300.
6. Голышева С.П. Профессионально-деятельностный подход к решению содержательно-прикладных задач при изучении математики студентами аграрного вуза / С.П. Голышева // Сибирский педагогический журнал. – 2025. – № 2. – С. 74–85.
7. Голышева С.П. Развитие пространственного мышления студентов инженерно-технических направлений посредством изучения геометрических приложений кратных интегралов / С.П. Голышева // Педагогика. Вопросы теории и практики. – 2020. – Т. 5 – № 4. – С. 532-539.
8. Максимова Е. А. Антропологическая составляющая компетентностно ориентированного профессионального образования // Сибирский педагогический журнал. – 2019. – № 1. – С. 63- 69.
9. Мудракова О.А. Применение графических редакторов при обучении математике в школе: сравнительный анализ / О.А. Мудракова, А.Н. Ярова // Научный альманах. – 2016. – № 5-2 (19). – С. 211-216.
10. Степкина М. А. Модель методики формирования готовности студентов первого курса к изучению математики в вузе // Известия ВГПУ. – 2018. – С. 42-48.

УДК 159.9

ПРОБЛЕМАТИКА КЛИПОВОГО МЫШЛЕНИЯ В ОБРАЗОВАНИИ: РОЛЬ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЕЕ РЕШЕНИИ

Доманова О.А., Ярошенко А.В.

МБОУ г. Иркутска лицей № 3, Иркутск, Иркутская область, Россия

Современный мир цифровых технологий затрагивает все сферы жизнедеятельности человека. Особое значение цифровизация занимает и в образовательном процессе. С одной стороны повышается уровень доступности учащихся к любой интересующей их информации, с другой стороны – содержит в себе скрытые угрозы для восприятия и усвоения. Одним из последствий, вызывающих неоднозначное отношение ученых и практиков, является клиповое мышление. Степень его влияния на результативность многих процессов еще предстоит оценить в будущем. При этом

очевидным становится уже сейчас влияние клипового мышления на культуру и мировоззрение молодого поколения. Школьное образование одним из первых принимает вызов клипового мышления. Его задача в настоящее время, учитывая все риски и отрицательные моменты, используя имеющиеся определенные преимущества, направить их на достижение ключевых целей образовательного процесса. Настоящая статья посвящена заявленной проблематике, ее материал может представлять интерес для всех заинтересованных в изучении этого вопроса читателей.

Ключевые слова: образование, школьное образование, мышление, клиповое мышление, культура, цифровизация.

PROBLEMS OF CLIP THINKING IN EDUCATION: THE ROLE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN ITS SOLUTION

Domanova O.A., Yaroshenko A.M.

MBOU Irkutsk Lyceum No. 3, Irkutsk, Russia

The modern world of digital technologies affects all spheres of human life. Digitalization is also of particular importance in the educational process. On the one hand, the level of accessibility of students to any information of interest to them increases, on the other hand, it contains hidden threats to perception and assimilation. One of the consequences that causes ambiguous attitudes of scientists and practitioners is clip thinking. The extent of its impact on the performance of many processes remains to be assessed in the future. At the same time, the influence of clip thinking on the culture and worldview of the younger generation is already becoming obvious. School education is one of the first to accept the challenge of clip thinking. His task at present, taking into account all the risks and negative aspects, using the available certain advantages, is to direct them towards achieving the key goals of the educational process. This article is devoted to the stated issue, its material may be of interest to all readers interested in studying this issue.

Keywords: education, school education, thinking, clip thinking, culture, digitalization.

Мышление как ключевой умственный процесс познания окружающего мира играет решающую в развитии личности, а также в организации и реализации образовательного процесса. Его приоритетная задача заключается в непрерывном анализе большого объема информации, отслеживании причинно-следственных связей и решении многоплановых задач на основе приобретенных знаний. Различные формы мышления в совокупности и их возможности позволяют человеку в процессе обучения достичь того или иного уровня развития, определяя культуру поведения, профессиональные качества, формирование ценностей.

Современный мир продуцирует не только новые технологии и продукты, но и формы мышления. Так, в частности, клиповое мышление является особым способом восприятия и обработки информации, при котором человек склонен концентрироваться на коротких и фрагментарных сведениях без глубокого анализа и понимания контекста. Сам термин был обозначен по аналогии путем сравнения восприятия информации человеком посредством просмотра коротких клипов. При клиповом мышлении информация воспринимается быстро, внимание сфокусировано исключительно на ярких и запоминающихся моментах. При этом не

подразумевается осуществление глубокого анализа и понимания содержания текста [2].

Российский философ и культуролог К.Г. Фрумкин в рамках проведенных исследований систематизировал и выделил в 2010 году основные предпосылки феномена «Клиповое мышление» (рисунок).



Рисунок 1 – Предпосылки феномена «Клиповое мышление»*

*Составлено авторами по данным: [1].

Как мы можем наблюдать, клиповое мышление стало логичным «продуктом» современной жизни, сопровождающейся ускорением ее темпов, предъявляемыми требованиями в профессиональной и социальной жизни человека. Клиповое мышление появилось из-за развития цифровых технологий. Социальные сети, современные СМИ и рекламные компании по большей части поспособствовали изменению подачи информации. Сведения стали подаваться в сжатом виде, коротко, ярко и эмоционально. Главная задача – привлечь зрителя, покупателя. Ежедневно человек стал сталкиваться с огромным объемом информации, которую он не успевал перерабатывать и усваивать. Из-за информационной перегрузки мозг научился переключаться для экономии энергии, запоминая все поверхностно, не вдаваясь в смысл и подробности.

У людей разных возрастов проявляется по-разному. Больше всего яркой выраженности данного мышления подвержены молодые люди возрастом от 16 до 25 лет. У старшего поколения, людей от 25 до 50 лет, клиповое мышление проявляется в меньшей степени. У пожилых же людей иногда и вовсе не выявляется клиповое мышление, хотя у многих имеет место проблема с концентрацией.

Люди, обладающие клиповым мышлением, воспринимают информацию разрозненно, следуя принципу «увидел и забыл». В значительной степени распространению клипового мышления способствует активное развитие в условиях последних лет СММ компаний, которые ориентированы на подачу и представление информации емко и ярко с целью мгновенного привлечения внимания смотрящего.

Логичность и четкая последовательность в такой подаче информации в данном случае не гарантируются, что автоматически провоцирует утрату

способности к глубокому анализу, систематизации и осмыслению информации. Можно смешивать далекие по смыслу от друг друга темы, главное, чтобы они привлекали публику. В следствие потери способности навыков быстрого анализа возникает разрозненность, а именно: информация воспринимается человеком как отдельные части, не объединенные в сознании общим смыслом. Внимание сосредоточено на отдельных образах и эмоциональной части, в то время как смысл и ее содержание представленной информации теряют свое значение и значимость. Отмечается также снижение работоспособности долгосрочной памяти в следствие подачи информации короткими отрывками, запоминающимися исключительно в моменте.

При этом возрастаёт потребность человека со временем в получении все большего объема информации ввиду подачи ее короткими, но интересными и увлекательными «порциями». Подобный контент дезинформирует, складывается ощущение высокого уровня осведомленности и информированности, понимания множества вопросов. Одновременно с этим вырабатывается навык легко переключаться с одного объекта на другой, что ухудшает умение концентрироваться на чем-то определенном. А из-за снижения концентрации утрачивается, зачастую безвозвратно, способность к долгосрочному планированию. В последствие люди испытывают затруднения в части выполнением задач, подразумевающие выстраивание цепочек долгих и последовательных действий.

Кроме того, в отдельных случаях возможно наблюдать тревожные симптомы морально-этической эрозии, к числу которых относятся: формирование циничной жизненной позиции, проявление социального эгоизма, атрофирование чувства сопереживания, утрата традицией, снижение ответственности и добросовестности, искажается понимание значимости совести и чести человека вплоть до полного нивелирования этих ценностей, искажение чувства юмора, который в данном случае ограничивается бытовой, физиологической тематикой и др.

В рамках настоящего исследования интерес представляет изучение клипового мышления в контексте его места в системе школьного образования. Традиционно в школах принято преподносить знания как законченный монолитный блок информации. Т. Н. Шеметова указывает, что подобный информационный поток отменяет как анахронизм нужду в освоении, обучении, чему либо, делает упор на чувствах и ощущениях, вытесняя текстовую культуру как устаревшую, слишком сложную, трудозатратную в освоении и осознании [2].

Учащиеся испытывают затруднения с чтением литературы (особенно классической), предпочтение отдается небольшим статьям в интернете. Помимо этого, отмечается резкое снижение качества при подготовке реферативного материала учениками и студентами. Основной причиной этого считается как легкость получения материалов, так и готовых работ в

сети, что способствует отказа от необходимости самостоятельного сбора. Анализировать текст больше нет необходимости, также как читать, изменять, корректировать и дополнять найденную уже скомпонованную информацию, доступную в условиях развития и применения ИИ.

Практики отмечают трудности при выполнении индивидуальных заданий, предназначенных для самостоятельной работы. Усвоение знаний резко сокращается, поскольку информация быстро забывается, краткосрочная память учащихся «перезагружается» в срок, не превышающий больше двух недель, а по некоторым данным даже нескольких дней. Наличие «клипового мышления» затрудняет эффективность академического образования и последующего карьерного роста.

При этом невозможно отрицать тот факт, что современным детям нужны новые способы подачи знаний, для них необходимым является трансформация современной системы обучения путем изменения подходов подачи информации. К последней для детей нашего времени благодаря цифровизации доступ открыт. И, одновременно с этим, такое количество знаний может помогать в учебном процессе, при условии отсутствия проблем с ее изучением и интерпретацией. Задачей современных педагогов является, главным образом, недопущение нежелания у учащихся осмыслиения и обработки доступных данных, развитие интереса к критическому анализу, выстраиванию логических цепочек и систематизации найденного материала.

К единому взгляду все сходятся только в одном вопросе, а именно, отмечается тот факт, что бороться с клиповым мышлением нецелесообразно и не представляется возможным. Важно ориентироваться на оказание помощи ребенку в его развитии. При правильном подходе оно сможет стать как многозадачным, так и при необходимости вдумчивым.

По мнению ведущих специалистов образовательной системы, классические принципы, которыми руководствовалось образование в течение нескольких столетий теряют актуальность и должны дополняться новыми. Научность, наглядность, системность уступают место игровому формату занятий, интерактивности, комплексным образовательным мероприятиям с практико-ориентированным подходом [1, 3].

Существует множество предположений относительно направлений трансформации системы образования под клиповое мышление. Но все ли они действенны и возможно ли их внедрить в уже устоявшуюся систему образования? Часто звучат предложения структурировать информацию так, чтобы она подавалась в виде коротких, ярких и наглядных клипов и презентаций, с легко запоминающимся формулировками и простыми образами.

Также возможным находят внедрение электронных учебников и учебных программ, содержащих множество ссылок, нацеленных на помочь обучающемуся постоянно переключать внимание, исключая возможность долго концентрироваться на одном, чтобы не терять интерес.

С помощью искусственного интеллекта есть возможность на основе данных учащегося, его склонностей и способностей, создать индивидуальную «траекторию обучения», которая будет оптимальной и интересной.

Целесообразно рассмотреть возможность предоставления учащимся частичного самостоятельного формирования учебного процесса посредством синтеза с использованием современных информационных технологий. Безусловно, ученикам потребуется помощь: необходимо сформировать ту самую «культуру обращения с информацией», предоставить в распоряжение учащихся необходимые инструменты (обучить логическим построениям, критическому мышлению, заложить минимальный информационный базис, на который они будут опираться в дальнейших самостоятельных действиях), обеспечивать непротиворечивую взаимосвязь между изучаемыми блоками и пр. Также необходимо не забывать и о мотивировании учеников к решению столь важной и сложной задачи как формирование программы собственного обучения [4, 6].

Выстраивать курсы и осуществлять преподавание с учетом особенностей восприятия нужно, но в первую очередь следует изменить не способ подачи информации, а сам принцип работы с учениками. Учащиеся самостоятельно осуществляют поиск необходимой информации, интерпретируют ее, конспектируя, формируя рефераты, оформляя проекты. Для преподавателя в некоторых случаях имеет место риск того, что при указанном подходе обучения обучающиеся могут выйти за границы его информационного поля. При этом, положительным моментом несомненно является потенциальная возможность совместного обучения, дискуссий, что в значительной мере способствует в дальнейшем повышению эффективности взаимодействия между педагогом и обучающимся.

Список литературы

1. Грищенко В.Д. Клиповое мышление vs понятийное мышление в образовании / В. Д. Грищенко // Жизненно важные навыки 21 века: новые подходы к иноязычному образованию и переводу : Материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти профессора Борисовой Людмилы Михайловны, Коломна, 30 ноября – 01 2023 года. – Коломна: Государственный социально-гуманитарный университет, 2024. – С. 16-20.
2. Митрофанова И.И. Клиповое мышление: реальность и перспективы / И.И. Митрофанова // Речевые технологии. – 2019. – № 1. – С. 67-81.
3. Саблина А.А. Возможность формирования системного мышления при развитом клиповом мышлении у современных школьников / А. А. Саблина // Форум молодых ученых. – 2019. – № 8(36). – С. 278-282.
4. Целищева З.А. Феномен клипового мышления современной молодежи: проблемы и перспективы / З. А. Целищева, А. С. Ступина // Актуальные вопросы гуманитарных и социальных наук: от теории к практике : Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Чебоксары, 24 сентября 2024 года. – Чебоксары: ООО "Издательский дом "Среда", 2024. – С. 70-72.
5. Шеметова Т.Н. Клиповое интернет-сознание как тип прологичного мышления / Т.Н. Шеметова // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2013. – № 4-2. – С. 254-259. – EDN RUBWQN.

6. Щирский Г.Д. Клиповое мышление в жизни современного человека / Г.Д. Щирский, Р. А. Азнабаев, М. Ф. Ахметова // Вестник науки. – 2024. – Т. 1, № 6(75). – С. 2031-2035. – EDN TXCFHO.

УДК 348.147

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ «СИРИУС» ДЛЯ КАЧЕСТВЕННОЙ ПОДГОТОВКИ К ЕГЭ ПО МАТЕМАТИКЕ

¹Елтошкина Е.В., ²Павлова Е.Б., ¹Бодякина Т.В.

¹ Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского

п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

²МАОУ Бурятская гимназия № 29, г. Улан-Удэ, республика Бурятия, Россия

В статье рассмотрены основные проблемы, которые возникают при подготовке к ОГЭ и ЕГЭ по математике. Причины снижения успешной сдачи экзамена и возможность устранения данных причин с помощью использования методик платформы «Сириус». Преимущество журнала учета успеваемости каждого учащегося по темам программы и прозрачного видения успеваемости не только учениками, но и их родителям. На платформе ребята могут оставить отзывы о пройденном курсе, о разделах разобранных и отметить положительные и отрицательные стороны данной платформы и курса.

Ключевые слова: ЕГЭ, тестирование, учащиеся, методика, задачи, математика

USING THE SIRIUS DIGITAL PLATFORM FOR HIGH-QUALITY PREPARATION FOR THE UNIFIED STATE EXAM IN MATHEMATICS

¹E.V. Eltoshkina, ²E.B. Pavlova, ¹T.V. Bodyakina

¹ Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky,

Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

² Buryat gymnasium No. 29, Ulan-Ude, Republic of Buryatia, Russia

This article examines the main challenges that arise when preparing for the Basic State Exam (OGE) and Unified State Exam (USE) in mathematics. It also examines the reasons for the decline in exam success rates and how these can be addressed using Sirius platform methods. The advantages of a progress log for each student across program topics and a transparent view of their progress, not only for students but also for their parents, are highlighted. On the platform, students can leave feedback on the course they completed, the sections they covered, and highlight the positive and negative aspects of the platform and course.

Keywords: USE, testing, students, methodology, problems, mathematics

Цифровая образовательная платформа (ЦОП) представляет собой комплексное программное обеспечение, предназначенное для поддержки и оптимизации всех этапов образовательной деятельности.

Ее функционал охватывает широкий спектр задач, таких как: управление контентом – создание, хранение, организация и распространение учебного материала в различных форматах; организация учебного процесса – применение инструменты для составления расписаний, назначения

заданий, отслеживания прогресса обучающихся, проведения онлайн-лекций и вебинаров; коммуникация и взаимодействие между участниками образовательного процесса через форумы, чаты, системы обмена сообщениями, видеоконференции, создает условия для совместной работы, обмена знаниями и формирования учебных сообществ; оценка и обратная связь - автоматизирует процесс проверки заданий, проведения тестирований, сбора статистики успеваемости и позволяет преподавателям оперативно получать данные о результатах обучения, предоставлять персонализированную обратную связь обучающимся; персонализация обучения - способность адаптировать учебный контент и траектории обучения под индивидуальные потребности и темп каждого обучающегося, используя алгоритмы анализа данных и искусственный интеллект [3, 4].

Существует множество классификаций ЦОП. По назначению выделяются типы: системы управления обучением (LMS - Learning Management Systems. Например: Moodle, Blackboard, Canvas, Сириус); платформы для онлайн-курсов (МООС-платформы - Massive Open Online Courses. Например: Coursera, edX, Stepik); интегрированные образовательные платформы; специализированные платформы (например, платформы для изучения языков, программирования, профессиональной переподготовки) [2, 5, 6].

Значительную роль в успешной сдаче государственного экзамена играет проведение таких мероприятий, как пробные тестирования. Введение в практику репетиционных экзаменов в течение года, моделирующих реальные ОГЭ и ЕГЭ, приносит положительные результаты. Недостаточно высокие результаты отдельных школьников вызваны безответственным отношением к такому важному мероприятию, как экзамен. На практике можно было наблюдать, как некоторые учащиеся не в полной мере использовали время, отведенное на экзамен, порой не приступали к решению задач второй части экзамена, среди которых были и посильные им. Необходимо проведение бесед со школьниками, их родителями и другие мероприятия, направленные на разъяснение необходимости ответственного отношения к ОГЭ и ЕГЭ. Результаты экзамена показывают, что большинство выпускников основной школы владеют лишь стандартными алгоритмами действий, основными методами решения математических задач [1, 7]. Вместе с тем, изменение привычных формулировок задач, увеличение числа операций в их решении, необходимость интерпретации полученного ответа с учетом условия задачи резко снижает проценты правильных ответов. В связи с этим, в процессе преподавания следует уделять больше внимания содержательному (а не формальному) раскрытию понятий; например, использовать различные графические интерпретации, разъясняющие сущность изучаемых теоретических фактов, приводить примеры из реальной жизни при решении банковских задач, объяснять, какими соображениями нужно руководствоваться для составления математической модели в задачах на оптимизацию.

Качественно изменяет подготовку к единому экзамену использование платформы «Сириус». Перечислим некоторые очевидные плюсы: к каждому уроку можно распечатать методические материалы, воспользоваться готовой презентацией, работать с электронной версией урока.

Нужно отметить такое неоспоримое преимущество, как электронный журнал, где прозрачно отмечено прохождение всех уроков учениками, выполнение каждого задания можно отслеживать. Количество попыток неограничено, при известной настойчивости и некотором количестве везения, это тоже считаем нужным отметить, есть вероятность пройти успешно каждый урок (рис. 1). Здесь хочется отметить, что иногда верные ответы система принимать отказывается.

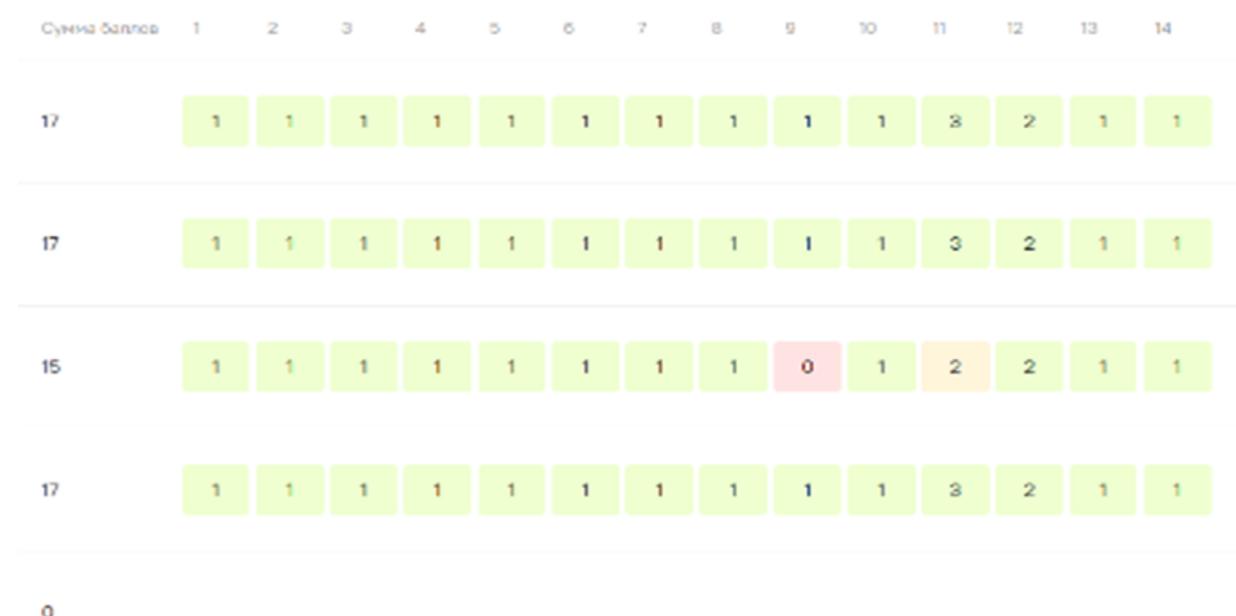


Рисунок 1 – Электронный журнал

Помимо справедливого негодования после многократных проверок, это подрывает имидж педагога и понижает рейтинг учеников, которые полностью не закрывают урок. Титанический труд создателей трудно переоценить, но досадные опечатки хотелось бы устраниить. При этом связь с организаторами на сайте установить удалось, правда, для этого пришлось приложить массу усилий, ведь даже продвинутые пользователи не смогли помочь найти контакты организаторов [8, 9]. После заполнения несложной формы начинается сложный период ожидания ответа. На момент написания статьи никаких изменений внесено не было. Приведем конкретные примеры (рис. 2). В задании 3 в проставлены вопросительные знаки не случайно, ведь если пытливый читатель попробует дать ответ для наибольшего значения функции, то столкнется с трудностями введения числового значения, которое не является рациональным. Любознательные ученики вводили значения для 60 градусов, рационализируя ответ, без привязки к правильному ответу, но все попытки заканчивались неудачей.

Несомненно, что преподавателю приходится превзойти самого себя, чтобы оправдать собственное фиаско, дети с неподдельным интересом и сочувствием вовлекаются в процесс, но было ли это конечной целью составителей данного задания?

Вернемся к очень полезным, по мнению авторов, задачам на оптимизацию. Перед подробным изучением более сложных заданий, этот пример выглядит очень уместным. Но и здесь не обошлось без сюрпризов: задача имеет решение, но два положительных числа невозможно ввести с клавиатуры. Опять неприятная ситуация: с одной стороны ученики прикладывают массу усилий, пробираясь через неудобные числовые значения, что для поколения зумеров уже является необычным, с другой стороны никакого морального удовлетворения после получения ответа не испытывают.

Задание 3

Найдите наибольшее значение функции:

а) $f(x) = 15\ln(2x + 3) - 30x + 16$ на промежутке $[-1,2; 0,1]$

46



б) $f(x) = 12e^x - 15e^{2x} + 37$ на промежутке $[-11; 6]$

39,4

в) $f(x) = 3\sqrt{3}\sin x - 4,5\sqrt{3}x + 1,5\pi\sqrt{3} - 31$ на промежутке $[0; \frac{\pi}{2}]$

???

г) $f(x) = -3\ln(-2x + 3)^{-5} + 30x - 16$ на промежутке $[-0,8; 1,3]$

14

Рисунок 2 – Демонстрация задания 3

Также на применяемой платформе «Сириус» есть вкладка с задачами для самостоятельного решения (рис. 3). Несмотря на некоторые критические замечания, платформа в целом очень интересная, задания подобраны разнообразные, особенно понравилось входить с Сириусом в стереометрию.

По отзывам ребят, геометрия (стереометрия) стала нравится больше, чем алгебра. По построениям сечений прекрасные результаты, ученики вовлекаются, увлеченно выстраивают «следы», получают при аккуратном исполнении эффектные сечения, что крайне полезно для развития пространственного воображения. На уроках стереометрии в 11 классе продуманный блок задач на применение координатного метода, повторение и углубление материала 10 класса, хорошая комбинация с теоремами Фалеса и Менелая, всю красоту которых в задачах на сечения трудно переоценить [10, 11].

Задачи для самостоятельного решения

Задание 8

Разность двух положительных чисел равна 14,875. Какими должны быть эти числа, чтобы разность между удвоенным квадратом большего числа и кубом меньшего числа была наибольшей?

10



11

???

12

???

Рисунок 3 – Задачи для самостоятельного решения

И, подводя итоги вышесказанному, хотелось бы отметить, что текущая диагностическая работа в выпускном классе после применения методик Сириуса показала неплохие результаты, а именно: к 14 задаче приступило 100% учеников, успешно построили сечение 90%, выполнили первый пункт задания почти 50%, довели задачу до верного ответа чуть меньше 30 процентов. Результаты, конечно, предварительные, но прогресс, пусть и незначительный, присутствует.

Список литературы

1 Авторханова Э.И. Управление инновациями в высшем образовании: цифровая трансформация и новые модели / Э. И. Авторханова, М. Я. Эльжуркаева // Управление образованием: теория и практика. – 2024. – № 12-1. – С. 83-92. – DOI 10.25726/g2605-8509-4985-w.

2 Асалханов П.Г. Цифровая образовательная среда Иркутского государственного аграрного университета / П. Г. Асалханов, Н. В. Бендин, Н. И. Федурина // Научный и экономический потенциал развития общества: теория и практика: Материалы всероссийской научно-практической конференции, посвященной 60-летию финансово-экономического факультета, Благовещенск, 17 ноября 2023 года. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2023. – С. 374-380.

3 Елтошкина Е.В. Применение цифровых технологий при обучении математике в Иркутском ГАУ / Е. В. Елтошкина, Т. В. Бодякина, Е.Б. Павлова // Комплексное развитие территорий в условиях цифровой трансформации: Материалы международной научно-практической конференции посвященной 90-летию ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, Иркутск, 13–14 марта 2024 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2024. – С. 100-106.

4 Карнаух В.К. Цифровая трансформация в образовании / В. К. Карнаух // Классический университет: современные тенденции и векторы развития (на пути к 270-летию Московского университета): XVIII Международная научная конференция «Сорокинские чтения-2024», Москва, 19 февраля 2024 года. – Москва, 2024. – С. 331-334.

5 Ларионова В.А. Цифровая трансформация университетов: заметки о глобальной конференции по технологиям в образовании Edcrunch Ural/ В.А. Ларионова, А.А. Карасик // Университетское управление: практика и анализ. – 2019. – Т. 23, № 3. – С. 130-135.

6 Машинное обучение и доверие к результатам классификации / А. А. Грушо, Н. А. Грушо, М. И. Забежайло [и др.] // Информатика и ее применения. – 2025. – Т. 19, № 2. – С. 63-68. – DOI 10.14357/19922264250208.

7 Морозов С.А. Цифровая трансформация в образовании: инструменты развития инновационных форм в обучении / С. А. Морозов // Сборники конференций НИЦ Социосфера. – 2021. – № 1. – С. 55-57.

8 Набойченко Е.С. Цифровая трансформация в образовании и цифровые компетенции преподавателя: стратегические ориентиры / Е. С. Набойченко, М.В. Носкова // Педагогическое взаимодействие: возможности и перспективы: Материалы III международной научно-практической конференции, Саратов, 25–26 марта 2021 года. – Саратов: Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского, 2021. – С. 401-405.

9 Трифонова И.С. Оценка влияния цифровой образовательной экосистемы на развитие человеческого потенциала / И. С. Трифонова // Перспективы науки и образования. – 2025. – № 1(73). – С. 10-25. – DOI 10.32744/pse.2025.1.1.

10 Широколобова А.Г. «Цифровизация образования» и «Цифровая трансформация образования» как базовые понятия цифровой дидактики / А.Г. Широколобова, А.Л. Гавриков, Л. Ю. Монахова // Человек и образование. – 2024. – № 4(81). – С. 37-48. – DOI 10.54884/1815-7041-2024-81-4-37-48.

11 Яковлева Л.А. Оценка удовлетворенности студентов педагогических направлений подготовки качеством развития цифровых компетенций с элементами электронного обучения / Л. А. Яковлева // Перспективы науки и образования. – 2025. – № 1(73). – С. 92-104. – DOI 10.32744/pse.2025.1.6.

УДК 004.8

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: ПОМОЩЬ ИЛИ ЗАМЕНА?

Краковская Т.А., Паленга А.Д.

Частное общеобразовательное учреждение «Образовательный комплекс «Точка будущего», Иркутск, Россия

В современном мире информационных технологий школьники активно используют искусственный интеллект в учебных целях. В данной работе авторы проводят анализ ответов чатов GPT на предмет эффективных ответов на запросы школьников. Представлены результаты опроса, проведенного среди обучающихся 8-9-х классов с целью понимания частоты обращений школьников к помощи искусственного интеллекта, а также проведено исследование трех чатов GPT с целью сравнения качества ответов и выявления лучшего из них.

Ключевые слова: искусственный интеллект, чат GPT, сравнительный анализ ответов чатов GPT, подготовка к контрольным работам с помощью чата GPT, опрос школьников.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE: HELP OR REPLACEMENT?

Krakovskaya T.A., Palenga A.D.

Private educational institution "Educational complex "Point of the Future", Irkutsk, Russia

In the modern world of information technology, students actively use artificial intelligence for educational purposes. In this paper, the author analyzes the responses of GPT chats for effective responses to the requests of schoolchildren. The results of a survey conducted among 8th-9th grade students in order to understand the frequency of students' requests for artificial intelligence are presented, as well as a study of three GPT chats in order to compare the quality of responses and identify the best of them.

Keywords: artificial intelligence, GPT chat, comparative analysis of GPT chat responses, preparation for tests using GPT chat, student survey.

Введение. В современном быстро меняющемся мире информационные технологии оказывают влияние на все аспекты жизни, в том числе и на образование. Чем моложе человек, тем больше существующих возможностей в информационном направлении он использует.

В нашем исследовании в качестве искусственного интеллекта мы рассматриваем чат GPT.

Школьники активно используют искусственный интеллект в учебных целях, однако это приводит к вопросам о необходимости сохранения навыков анализа и самостоятельного поиска достоверных данных. Высокий темп жизни требует от человека умение адаптироваться к изменениям и активно развивать свои способности. Обучающиеся, привыкшие к динамичному темпу жизни, используют искусственный интеллект и другие подобные источники в качестве «замены» – кропотливую работу с учебной литературой заменяют на быстрое получение информации. При этом они прекращают пользоваться достоверными источниками, что, конечно же, оказывается на результатах, которые школьники получают на итоговых экзаменах и самостоятельных работах.

Проблема данной работы заключается в следующем: школьники все реже обращаются к проверенным источникам информации, полагаясь только на искусственный интеллект, что негативно влияет на их результаты на экзаменах и контрольных работах. В связи с этим возникает вопрос – а сможет ли такой школьник подготовиться к контрольным работам, пользуясь исключительно возможностями искусственного интеллекта? Или все-таки его будет недостаточно, так как искусственный интеллект не всегда опирается на достоверные источники информации.

Исходя из вышесказанного, цель данной работы – доказать, что для эффективной подготовки к экзаменам и контрольным работам одного только искусственного интеллекта недостаточно.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- разобраться с точки зрения школьника, что такое искусственный интеллект;
- разработать и провести опрос среди обучающихся, чтобы понять, как часто они используют искусственный интеллект;
- протестировать искусственный интеллект на предмет качественных ответов;
- выбрать чат GPT, который эффективнее сможет помочь с учебой.

В данной работе применяются следующие методы:

- анализ интернет-ресурсов по теме искусственного интеллекта;
- опрос школьников;
- проведение анализа и проверки точности и качества информации, предоставленной ИИ.

Чат GPT. GPT расшифровывается как Generative Pre-trained Transformer, или «трансформер, обученный на генерацию текста» [5]. Это технология, которая позволяет машинам демонстрировать человекоподобные рассуждения. Для поиска информации по школьным предметам чаще всего используется искусственный интеллект, который обрабатывает естественный язык.

Искусственный интеллект в современном образовании: плюсы и минусы. При кажущемся неоспоримом преимуществе искусственного интеллекта можно назвать как положительные стороны результата обращения к его помощи, так и отрицательные.

Положительные стороны искусственного интеллекта, привлекающие каждого пользователя [1]:

– высокая скорость получения информации – не тратится время на учебники, в которых нужно найти раздел, параграф, страницу, прочитать и переосмыслить информацию, и только следующим шагом сформулировать и написать ответ. Тем самым упрощается работа и сокращается время на поиск и обработку информации;

– удобное объединение большого объема данных в одном месте – стоит только знать адрес нужного чата, а также иметь навык формулировки запроса для получения наиболее развернутого ответа и можно получить весьма развернутый ответ;

– систематизирована важная краткая информация – обучающемуся не приходится тратить время и усилия на систематизацию и обобщение информации, какой бы она ни была;

– круглосуточный и удобный доступ к источнику – в любой момент в любом месте через телефон, который всегда рядом, можно получить необходимую информацию.

Наряду с плюсами для пользователей чатов GPT присутствуют и минусы:

– отсутствие мотивации и интереса у обучающегося к получению знаний – теряется смысл узнать больше, запомнить, проанализировать несовпадения, расширить свои знания, найти дополнительный материал;

– возникновение риска получения недостоверной информации – при получении предложенных ответов школьник принимает их за единственно верные, не сомневаясь в их достоверности;

– обладание доступного получения информации – обучающийся привыкает к тому, что нет необходимости детального изучения тем, не видит необходимости учить, самому разбираться в вопросе так, чтобы без опоры на «подсказку» суметь доказать, рассказать, убедить оппонента, что также

может способствовать снижению интереса к конкретному школьному предмету и, как следствие, к учебе в целом.

Опрос школьников. С целью выяснения частоты обращения школьников к искусственному интеллекту, был разработан опрос, который содержал следующие вопросы:

- Знаете ли вы, что такое искусственный интеллект?
- Если да, то пользуетесь ли вы искусственным интеллектом для учебы?
- Для подготовки домашних заданий какого количества школьных предметов используете искусственный интеллект?
- Согласны ли вы с утверждением “Искусственный интеллект полезен для учебы”?

Анализ ответов участников опроса. Опрос прошли 18 человек из девятых и 4 человека из восьмых классов, всего 22 человека. 17 человек знают, что такое искусственный интеллект. При этом на вопрос о том, полезен ли искусственный интеллект для учебы, ответили положительно 14 человек, только один ответил отрицательно, остальные опрошенные добавили свои комментарии, как правило, с отрицательным отношением. На вопрос о том, пользуются ли ребята искусственным интеллектом для учебы, ответили «Да» 16 человек из 17 знающих об искусственном интеллекте. Большинство опрошенных не сильно злоупотребляют общением с искусственным интеллектом, многие пользуются им для выполнения домашних заданий, для объяснения материала, который не поняли или пропустили, при этом задания для 1-5 школьных предметов выполняют благодаря помощи чатов GPT 11 человек, 4 человека используют искусственный интеллект для подготовки 6-10 школьных предметов, 4 человека пользуются помощью чатов для подготовки более чем к 11 предметам.

Опираясь на анализ ответов, можно сделать вывод о том, что искусственный интеллект привлекает школьников, многие пользуются им для подготовки к школьным предметам. Несмотря на несостыковку мнений – на вопрос «знаете ли, что это такое» ответили положительно 17 человек, «полезен ли искусственный интеллект для школьных предметов» положительно ответили только 14 человек, а пользуются им для подготовки 19 человек. Следовательно, даже те, кто отрицает полезность или просто знакомство, все равно прибегает к его помощи. Еще к одному выводу можно прийти благодаря проведенному опросу – сравнительно молодой источник информации завоевал внимание большей части школьного поколения. Следовательно, с развитием удобного и быстро работающего сервиса, школьники все больше и больше будут прибегать к общению с искусственным интеллектом.

Анализ возможностей чатов GPT в подготовке к учебным заданиям

Для сравнительного анализа в данной работе были взяты наиболее распространенные среди опрошенных школьников чаты:

- ChatGPT_General_Bot [4],
- gpt3_unlim_chatbot [2],
- GPT4Telegrambot [3].

Чтобы сравнить и выделить среди представленных чатов наиболее эффективный, были сформулированы следующие запросы для сравнения:

Выдели основные темы по обществознанию для подготовки к ОГЭ (9 класс).

ChatGPT_General_Bot описал темы достаточно подробно, даже написал термины, которые стоит знать, рассказал основные темы, которые будут встречаться на экзамене, можно легко сориентироваться и качественно подготовиться к экзамену.

Чат *gpt3_unlim_chatbot* описал слишком подробно, но не все предложенные им темы будут встречаться на ОГЭ, чат скорее расписал темы, которые понадобятся еще и на ЕГЭ (11 класс), т.е. информации мы получили больше, даже о том, что еще не изучали.

GPT4Telegrambot описал самое нужное, что необходимо для подготовки к ОГЭ, можно опираться на него, но если сравнивать с первым чатом GPT, то этот написал самое основное, без важной дополнительной информации.

Назови источники для поиска информации по подготовке к ОГЭ (9 класс) по обществознанию

ChatGPT_General_Bot рассказал про самые известные источники, по которым в основном и готовятся к экзаменам.

Чат *gpt3_unlim_chatbot* выполнил свою работу лучше всех, он рассказал все в подробностях, без лишней информации, указал названия и ссылки на источники, что очень облегчает поиск источников.

GPT4Telegrambot рассказал про все достоверные источники, ничего лишнего, даже указал названия источников информации, что очень помогает в поисках.

Как справиться со стрессом перед экзаменами?

ChatGPT_General_Bot выдал самые базовые советы, как и все чаты GPT, рассказал, как можно подготовиться в сам день экзамена.

Чат *gpt3_unlim_chatbot* расписал все относительно подробно, подсказал даже упражнения, которые помогают от чрезмерного стресса, ответ вполне устраивает.

GPT4Telegrambot дал базовые советы, рассказал упражнения, дал рекомендации по подготовке в день экзамена, дал информацию из Википедии, ссылался на странички психологов.

Для того, чтобы сравнение ответов было более структурировано, выделены критерии оценивания, представленные в таблице.

Таблица – Анализ заданных вопросов чатам GPT

Задания для чатов	Критерии	General_Bot	Unlim_chatbot	Telegrambot
Выдели основные темы для подготовки к ОГЭ по обществознанию	Основные темы для ОГЭ	+	+	+
	Дополнительный материал	+	-	+
	Термины	+	-	+
	Отсутствуют темы, которые не встречаются на ОГЭ	+	-	+
	Отсутствует материал, который не потребуется при подготовке	+	-	+
Назови источники для поиска информации по подготовке к ОГЭ по обществознанию	Самые часто используемые	+	+	+
	Достоверные источники	+	+	+
	Ссылки на источники	-	+	-
	Краткое описание источников	-	+	-
Как справиться со стрессом перед экзаменом?	Выдал базовые советы	+	+	+
	Выдал рекомендации из чатов психологов	-	+	+
	Информация из Википедии	+	+	+
	Рассказал упражнения	-	-	+
	Дал советы, что делать в день экзамена	+	-	-

Для вопроса «Выдели основные темы для подготовки к ОГЭ по обществознанию»:

- названы основные темы для подготовки к ОГЭ;
- представлен дополнительный материал;
- предложены термины;
- отсутствуют темы, которые не встречаются на ОГЭ;
- отсутствует ненужный материал, который только создаст дополнительные трудности.

Для вопроса «Назови источники для поиска информации по подготовке к ОГЭ по обществознанию?»:

- самые часто используемые источники;
- достоверные источники;
- ссылки на источники;
- краткое описание предлагаемых источников.

Для вопроса «Как справиться со стрессом перед экзаменами?»:

- выдал базовые советы;
- выдал рекомендации из чатов психологов;
- выдал информацию из Википедии;
- дал советы, что делать в день экзамена.

Сформулировав свой запрос и изучив разные чаты GPT, мы приходим к выводу, что исключительно с помощью чатов GPT подготовиться к контрольным работам и сдаче экзаменов в полном объеме невозможно – чат не предлагает полный объем информации, то есть для подготовки к урокам надо использовать разные дополнительные источники информации. Каждый чат при прямом запросе о том, сможет ли он подготовить обучающегося к ОГЭ, ответил, что у него нет доступа к нужным источникам. Но при этом посоветовал обратиться к учебникам, с помощью которых можно готовиться и даже предложил свою помощь в планировании подготовки – выделить темы, запланировать даты контрольных срезов.

Заключение. В результате сравнительного анализа работы с чатами GPT сделан вывод – для эффективной подготовки к экзаменам и контрольным работам одного только искусственного интеллекта недостаточно, он может выступать только в качестве помощника. Необходимы достоверные источники, которые искусственный интеллект заменить не может, и системный подход к подготовке.

Оценив ответы трёх чатов GPT, мы пришли к выводу, что для учебных целей наиболее эффективным является [@GPT4Telegrambot](https://t.me/GPT4Telegrambot) – его ответы отличаются большей полнотой и точностью. Предоставленную информацию он периодически подкрепляет ссылками на надёжные и проверенные источники, что существенно повышает её достоверность. Таким образом, этот чат демонстрирует превосходство в качестве предоставления информации, необходимой для успешного обучения и подготовке к контрольным срезам.

Список литературы

1. АСУ аналитика. 10 преимуществ и недостатков искусственного интеллекта [Электронный ресурс]: сайт. – URL: <https://asu-analitika.ru/10-preimushhestv-i-nedostatkov-iskusstvennogo-intellekta> (дата обращения: 10.03.2025)
2. Телеграм. Чат GPT. - URL: https://t.me/gpt3_unlim_chatbot (дата обращения: 10.03.2025)
3. Телеграм. Чат GPT. - URL: <https://t.me/GPT4Telegrambot> (дата обращения: 10.03.2025)
4. Телеграм. Чат GPT. - URL: https://t.me/ChatGPT_General_Bot (дата обращения: 10.03.2025)
5. Хабр. Как работает чат GPT: объясняем на простом русском эволюцию языковых моделей от Т9 до чуда [Электронный ресурс]: сайт. – URL: <https://habr.com/ru/companies/ods/articles/716918/> (дата обращения: 10.03.2025)

КОНТЕНТ КУРСА ПО КРИПТОГРАФИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЕ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕЕ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТИ И ЦЕЛОСТНОСТИ

Краковский Ю.М.

Иркутский государственный университет путей сообщения, *Иркутск, Россия*

Обосновывается контент курса по криптографической защите информации в связи с развитием и внедрением современных информационных технологий, технологий искусственного интеллекта и других цифровых и инновационных технологий. Обсуждается направление «Информационная безопасность», где обучают различным мерам (организационным, правовым, техническим и др.) по защите информации от различных угроз, включая ее конфиденциальность и целостность. Для повышения качества образования по этому направлению при создании контента предлагается уделять наибольшее внимание российским национальным стандартам и российским рекомендациям по стандартизации.

Ключевые слова: трансформация образования, криптографическая защита информации, конфиденциальность, целостность.

THE CONTENT OF THE DISCIPLINE ON CRYPTOGRAPHIC INFORMATION PROTECTION TO ENSURE ITS CONFIDENTIALITY AND INTEGRITY

Krakovskiy Yu.M.

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russia

The content of the discipline on cryptographic information protection in connection with the development and implementation of modern information technologies, artificial intelligence technologies and other digital and innovative technologies is substantiated. The Information Security course is being discussed, where they teach various measures (organizational, legal, technical, etc.) to Information Security from various threats, including its confidentiality and integrity. To improve the quality of education in this area, when creating content, it is proposed to pay the greatest attention to Russian national standards and Russian recommendations on standardization.

Keywords: education transformation, cryptographic information protection, confidentiality, integrity.

В связи с развитием и внедрением современных информационных технологий, технологий искусственного интеллекта и других цифровых и инновационных технологий возрастает роль защиты информации при их применении [3, 6, 7]. Это, в свою очередь, требует повысить качество подготовки кадров для этих процессов. В последние годы появилось направление, связанное с развитием и совершенствованием высшего образования, названное цифровой трансформацией образования [2]. В

рамках этого направления создаются технологии для подготовки кадров, связанных с импортозамещением в различных отраслях промышленности [1, 8].

Данная работа связана с направлением «Информационная безопасность», где обучают различным мерам (организационным, правовым, техническим и др.) по защите информации от различных угроз. Когда говорят о безопасности информации, то речь ведут о конфиденциальности (информации ограниченного доступа без гостайны), целостности (неизмененной или не искаженной информации) и ее доступности. Следуя работе [4], определим защиту информации, как «комплекс мероприятий, направленных на обеспечение важнейших аспектов информационной безопасности: целостности, доступности, конфиденциальности информации и ресурсов, используемых для ввода, хранения, обработки и передачи данных».

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 16 апреля 2012 г. № 313 к средствам криптографической защиты информации (СКЗИ), включая документацию на эти средства, относятся [4]:

«а) средства шифрования – аппаратные, программные и программно-аппаратные шифровальные (криптографические) средства, реализующие алгоритмы криптографического преобразования информации для ограничения доступа к ней, в том числе при ее хранении, обработке и передаче;

б) средства имитозащиты – аппаратные, программные и программно-аппаратные шифровальные (криптографические) средства (за исключением средств шифрования), реализующие алгоритмы криптографического преобразования информации для ее защиты от навязывания ложной информации, в том числе защиты от модификации, для обеспечения ее достоверности и некорректируемости, а также обеспечения возможности выявления изменений, имитации, фальсификации или модификации информации;

в) средства электронной подписи».

Данная работа дополняет публикацию автора [5], в которой обсуждается содержание подобной дисциплины в условиях цифровой экономики.

В условиях импортозамещения и повышения качества образования необходимо реализовывать это Постановление, опираясь помимо зарубежных методов и средств в наибольшей степени на российские национальные стандарты и российские рекомендации по стандартизации. В РФ в 2015 году опубликованы два ГОСТа:

1. ГОСТ Р 34.12–2015 «Информационная технология. Криптографическая защита информации. Блочные шифры». В этом документе описаны два шифра: «Магма» и «Кузнецик». Важным их отличием является то, что шифр «Магма» использует размер блока 64 бита, а шифр «Кузнецик» – 128 битов. Дополнительно, в шифре «Магма» при шифровании используется схема Фейстеля, которая требует достаточно большого числа итераций (32). В шифре «Кузнецик» используется схема,

когда в каждом раунде преобразуется весь блок, поэтому число раундов существенно меньше (их число 10).

Оба шифра имеют одинаковую длину секретного ключа – 256 битов, но механизм создания циклических ключей совершенно разный. В шифре «Магма» секретный ключ делится на 8 частей по 32 бита. В шифре «Кузнецик» по специальной математической процедуре из секретного ключа вырабатываются 10 различных циклических ключей по числу необходимых раундов. Подобный механизм повышает криптостойкость шифра;

2. ГОСТ Р 34.13–2015 «Информационная технология. Криптографическая защита информации. Режимы работы блочных шифров»:

- 1) режим простой замены (ECB);
- 2) режим простой замены с зацеплением (CBC);
- 3) режим гаммирования (CTR);
- 4) режим гаммирования с обратной связью по выходу (OFB);
- 5) режим гаммирования с обратной связью по шифртексту (CFB);
- 6) режим выработки имитовставки (MAC).

В настоящее время помимо средств шифрования, рассмотренной выше, используются и другие технологии, например сквозного и аутентифицированного шифрования (АФШ).

Сквозное шифрование – это способ передачи информации, при котором доступ к сообщениям имеют только отправитель и адресат (при сквозном шифровании расшифрованные сообщения и ключи шифрования не хранятся на серверах сети). Принципы сквозного шифрования во многом совпадают, отличия, связанные с конкретной социальной сетью, заключается в названии используемых криптосистем и их возможностей [4].

Знание этой технологии необходимо для современного специалиста по защите информации. В качестве примера приведем алгоритм шифрования, который используется в социальной сети «Телеграмм» для сквозного шифрования.

В этой системе используется специальный режим AES IGE, созданный фирмой *Open SSL* на основе американского стандарта AES-256 (256 – длина ключа (k) в битах). В этом стандарте длина блока в битах равна 128.

В режиме AES IGE используется синхропосылка длиной 256 битов. Первые 128 битов – это синхропосылка (m_o) для исходного текста, а следующие 128 битов (c_o) – для зашифрованного текста. Зашифрование происходит так:

$$c_1 = E_k(c_o (+) m_1) (+) m_o; c_i = E_k(c_{i-1} (+) m_i) (+) m_{i-1}, i=2, \dots, I.$$

Здесь (+) – операция сложения по модулю 2; $E_k(\cdot)$ – шифр AES; I – число блоков в исходном (m) и зашифрованном (c) сообщениях; i – номера блоков этих сообщений.

Российское АФШ приведено в рекомендациях по стандартизации Р 1323565.1.026–2019 «Информационная технология. Криптографическая защита информации. Режимы работы блочных шифров, реализующих аутентифицированное шифрование».

Необходимость разработки настоящих рекомендаций вызвана потребностью в определении режима работы блочных шифров, осуществляющего одновременно шифрование и выработку имитовставки, соответствующего современным требованиям к криптографической стойкости. Понимание технологии АФШ также необходимо для современного специалиста по защите информации.

Приведем кратко эту технологию, следуя работе [4].

Воспользуемся такими обозначениями:

m – исходное (открытое) сообщение;

K_o – синхропосылка (уникальная открытая информация);

k – секретный ключ для симметричного шифрования;

ma – дополнительные защищаемые данные;

c – зашифрованное сообщение, получаемое из исходного шифрованием;

Im – имитовставка, которая создается на объединенное сообщение, содержащее сообщение c и дополнительные данные ma .

Функция MGM, осуществляющая шифрование, напоминает режим гаммирования по ГОСТ 34.13–2018, когда $s=w$. В качестве алгоритма используются шифр Магма, если длина блока равна 64 бита или шифр Кузнецик, если длина равна 128 битов.

Процесс получения имитовставки Im немного отличается от режима ее выработки по цитируемому ГОСТу, но итог при этом совпадает. Создание величины Im осуществляется одним из алгоритмов (Магма или Кузнецик).

На этапе зашифрования функция MGM на входе имеет:

K_o, m, ma, k .

В результате обработки получается:

K_o, c, ma, Im .

Полученный результат пересыпается получателю от отправителя. Длина имитовставки зависит от длины блока шифра, как правило она равна половине длины блока.

На этапе расшифрования функция MGM на входе имеет:

K_o, c, ma, Im, k .

В результате обработки получатель создает свою имитовставку – Imo . Далее получатель сравнивает эти имитовставки и если они равны, то аутентичность полученных сообщений считается не нарушенной. Поэтому можно реализовать технологию расшифрования сообщения c . В результате этих преобразований получаем исходное сообщение m и данные ma .

В рассмотренной технологии этап зашифрования осуществляется функцией *MGM-Encrypt*, а этап расшифрования функцией *MGM-Decrypt*.

Ведущими технологиями защиты информации в электронном документообороте, являются: хэш-функции, средства электронной подписи.

В настоящее время введены в действие и рекомендованы к применению:

- ГОСТ Р 34.11–2012 «Информационная технология. Криптографическая защита информации. Функция хэширования»,

- ГОСТ Р 34.10–2012 «Информационная технология. Криптографическая защита информации. Процессы формирования и проверки электронной цифровой подписи»,

- рекомендации по стандартизации Р 50.1.113–2016 «Информационная технология. Криптографическая защита информации. Криптографические алгоритмы, сопутствующие применению алгоритмов электронной цифровой подписи и функции хэширования».

Важное место в учебном процессе должны занимать программные средства защиты конкретных компаний. Например, компании КрипоПро, которая занимает лидирующее положение по распространению средств криптографической защиты информации и электронной цифровой подписи.

Криптовайдером, который обеспечивает криптографическую защиту информации, является КрипоПро CSP. Основные его функции следующие[4]:

«1) авторизация и обеспечение юридической значимости электронных документов при обмене ими между пользователями, посредством использования процедур формирования и проверки электронной подписи в соответствии с отечественными стандартами на хэш-функцию и ЭП;

2) обеспечение конфиденциальности и контроля целостности информации посредством ее шифрования и имитозащиты, в соответствии с отечественными стандартами;

3) обеспечение аутентичности, конфиденциальности и имитозащиты соединений».

Автором данной статьи подготовлено и опубликовано учебное пособие, где изложен контент обсуждаемого курса [4]. Оно имеется в ЭБС «Лань» и рекомендуется для учебного процесса по дисциплинам, связанным с информационной безопасностью.

Список литературы

1. Абдиев Н.М. Импортозамещение в высокотехнологичных отраслях промышленности в условиях внешних санкций / Н. М. Абдиев // Управленческие науки. – 2022. – Т. 12, № 3. – С. 53-69. – DOI 10.26794/2304-022X-2022-12-3-53-69.

2. Алюнова Т.И. Трансформация образования в условиях цифровизации / Т.И. Алюнова, Д.Ю. Алюнов. – Текст: электронный // Управление в условиях цифровизации социально-экономических процессов: сборник научных статей / отв. ред. Е.А. Ильина. – Чебоксары: Чувашский государственный педагогический университет. – 2020. – С. 8–12.

3. Кондауров С.Н. Проблемы обеспечения информационной безопасности в корпоративных сетях / С. Н. Кондауров, А. В. Бунина, А. В. Митрофанов // Современные информационные технологии и информационная безопасность: сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции. – Курск: ЗАО «Университетская книга». – 2024. – С. 69–72.

4. Krakovskiy Ю.М. Методы и средства защиты информации / Ю. М. Krakovskiy. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 272 с.

5. Krakovskiy Ю.М. Особенности содержания дисциплины по методам и средствам криптографической защиты информации в условиях цифровой экономики / Ю.М. Krakovskiy // Материалы всероссийской НПК «Цифровые технологии и математическое моделирование в науке, образовании и производстве». – 2024. – С. 64–69.

6. Сивицкий Д.А. Анализ опыта и перспектив применения искусственных нейронных сетей на железнодорожном транспорте / Д. А. Сивицкий // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2021. – № 2(57). – С. 33–41.

7. Стародубова А.А. Инновационные стратегии цифровых предприятий для достижения устойчивого развития в регионах / А.А. Стародубова, Д.Д. Исхакова // *π-Economy*. – 2023. – Т. 16, № 1. С. 39–50. DOI: <https://doi.org/10.18721/LE.16103>

8. Тебекин А.В. Анализ проблем и перспектив реализации планов импортозамещения в отраслях промышленности / А. В. Тебекин // Транспортное дело России. – 2022. – № 2. – С. 159–165. – DOI 10.52375/20728689_2022_2_159.

УДК 004.8

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЧАТ-БОТА ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СЕРВИСОВ НА ПЛАТФОРМЕ МЕССЕНДЖЕРА MAX

Мороз А.С., Асалханов П.Г.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

В статье рассмотрено проектирование интеллектуального чат-бота для автоматизации поддержки пользователей отечественных образовательных сервисов в мессенджере MAX. Проведен обзор существующих решений и обосновано целесообразность разработки интеллектуального чат-бота для образовательных сервисов. Разработана гибридная архитектура чат-бота на платформе мессенджера MAX, сочетающая методы машинного обучения и шаблонные правила. Реализация чат-бота способствует снижению нагрузки на персонал, повышению скорости доступа к информации и улучшению коммуникации внутри образовательного процесса.

Ключевые слова: чат-бот, образование, цифровые сервисы, машинное обучение, мессенджер MAX.

DESIGNING AN INTELLIGENT CHATBOT FOR EDUCATIONAL SERVICES ON THE MAX MESSENGER PLATFORM

Moroz A.S., Asalkhanov P.G.

*Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia*

This article examines the design of an intelligent chatbot for automated user support for domestic educational services in the MAX messenger. Existing solutions are reviewed and the feasibility of developing an intelligent chatbot for educational services is justified. A hybrid chatbot architecture based on the MAX messenger platform was developed, combining machine learning methods and template rules. Implementing the chatbot reduces staff workload, increases access speed to information, and improves communication within the educational process.

Keywords: chatbot, education, digital services, machine learning, MAX messenger.

В настоящее время образовательные организации России, в том числе и Иркутской области, испытывают острую необходимость в автоматизации процедур обработки запросов пользователей, связанных с регистрацией, ведением и технической поддержкой электронных дневников и других отечественных цифровых сервисов в сфере образования [1, 7].

Использование чат-ботов в образовательной сфере демонстрирует значительный потенциал для оптимизации работы учебных заведений и экономии человеческих ресурсов. На фоне цифровизации образования сохраняется нехватка специалистов, включая ИТ-кадры, что делает автоматизацию особенно актуальной. Чат-боты позволяют разгрузить персонал, обеспечивая оперативное взаимодействие с учениками и родителями, а также круглосуточную доступность информационных ресурсов [8, 9].

Целью данной работы является проектирование интеллектуального чат-бота поддержки пользователей для отечественных образовательных сервисов на платформе мессенджера МАХ.

Для достижения цели работы последовательно решались следующие задачи:

- изучение существующих интеллектуальных чат-ботов в области образования;
- формирование требований к проектируемому чат-боту и подбор инструментария для его разработки;
- разработка архитектуры чат-бота и описание алгоритма его работы;
- проектирование пользовательского интерфейса чат-бота.

Современные образовательные чат-боты различаются по типу архитектуры (шаблонные, интеллектуальные, гибридные) и функциональному назначению (информационно-справочные, образовательные помощники, административные помощники). Каждый тип решает специфические задачи: от ответов на типовые вопросы до автоматизации учебного процесса и документооборота. Шаблонные системы достигают около 85% точности, но плохо адаптируются к новым сценариям, тогда как классические ML-модели обеспечивают до 90% точности, но требуют значительных объёмов размеченных данных [5, 10].

Анализ рынка показывает наличие нескольких готовых платформ для создания интеллектуальных чат-ботов на русском языке. Рассмотрим наиболее популярные из них. DeepPavlov — открытая библиотека для разработки интеллектуальных чат-ботов и диалоговых систем на русском языке, подходит для исследований и создания сложных AI-моделей с использованием NLP. Aimylogic — конструктор чат-ботов без навыков программирования, поддерживает создание ботов для мессенджеров и голосовых помощников на русском языке. BotMother — платформа для быстрого создания многофункциональных чат-ботов в мессенджерах с поддержкой русского языка, подходит для бизнеса и других целей. Just AI — платформа для создания умных чат-ботов на русском языке,

ориентированная на бизнес-автоматизацию клиентской поддержки. Salebot — конструктор с готовыми шаблонами для создания чат-ботов, удобный интерфейс и поддержка интеграций, включая русскоязычные проекты [6].

Несмотря на широкие возможности рассмотренных выше платформ для создания интеллектуальных чат-ботов, данные решения имеют ряд недостатков: ограниченная интеграция и поддержка API мессенджера MAX, который является приоритетным для использования в образовательных учреждениях России и, в частности, Иркутской области; плохая адаптация под требования ФЗ-152 по защите персональных данных детей. Кроме того, большинство платформ не учитывают особенности отечественных образовательных сервисов [3, 4].

В связи с этим актуальным является разработка собственного чат-бота на платформе мессенджера MAX для поддержки пользователей цифровых сервисов. Функционирование данного чат-бота планируется осуществлять на базе министерства образования Иркутской области. Он будет предназначен для учеников, их родителей, педагогов, учителей и других пользователей отечественных образовательных сервисов в Иркутской области.

На основе анализа потребностей образовательных учреждений и технических ограничений платформы MAX были сформулированы следующие функциональные требования:

- 1) обработка основных категорий запросов;
- 2) поддержка гибридного подхода с комбинированием методов машинного обучения и методов, основанных на правилах;
- 3) интеграция с внешними образовательными системами и электронными дневниками;
- 4) возможность обучения и адаптации на основе новых данных.

К общим требованиям к системе можно отнести: быстрый отклик на запросы (менее 2 сек.), высокая точность классификации (более 90%) и поддержка до 100 одновременных пользователей в условиях ограниченных ресурсов. Также необходимо реализовать отказоустойчивость, логирование и совместимость с API мессенджера MAX [2].

Для реализации поставленных задач был выбран технологический стек, адаптированный под условия ограниченных вычислительных ресурсов и ориентированный на стабильную работу в реальном времени. В качестве пользовательского интерфейса используется мессенджер MAX. Бэкенд-часть построена на Node.js. Отдельный компонент на Python реализует обработку естественного языка и машинное обучение. В основе обработки текста лежит трансформерная модель rubert-tiny2, обеспечивающая качественную интерпретацию запросов на русском языке. База данных проекта построена на PostgreSQL, которая используется для хранения базы знаний и логирования диалогов.

Архитектура проектируемого чат-бота для образовательных сервисов (рис. 1) является гибридной и построена по модульному принципу, что обеспечивает гибкость, масштабируемость и устойчивость системы. На уровне интерфейса реализована интеграция с мессенджером MAX через Bot

API. Здесь обрабатываются входящие сообщения, отправляются ответы и поддерживается контекст диалога в рамках каждой пользовательской сессии.

Основу логики обработки составляет центральный компонент – маршрутизатор запросов, который распределяет запросы между модулями. Простые команды и шаблонные вопросы (например, /start или /help) обрабатываются шаблонным модулем (Rule-based модуль), работающим по заранее заданным правилам. Более сложные и свободные по формулировке запросы направляются в ML-модуль, использующий методы обработки естественного языка на базе модели *rubert-tiny2*.

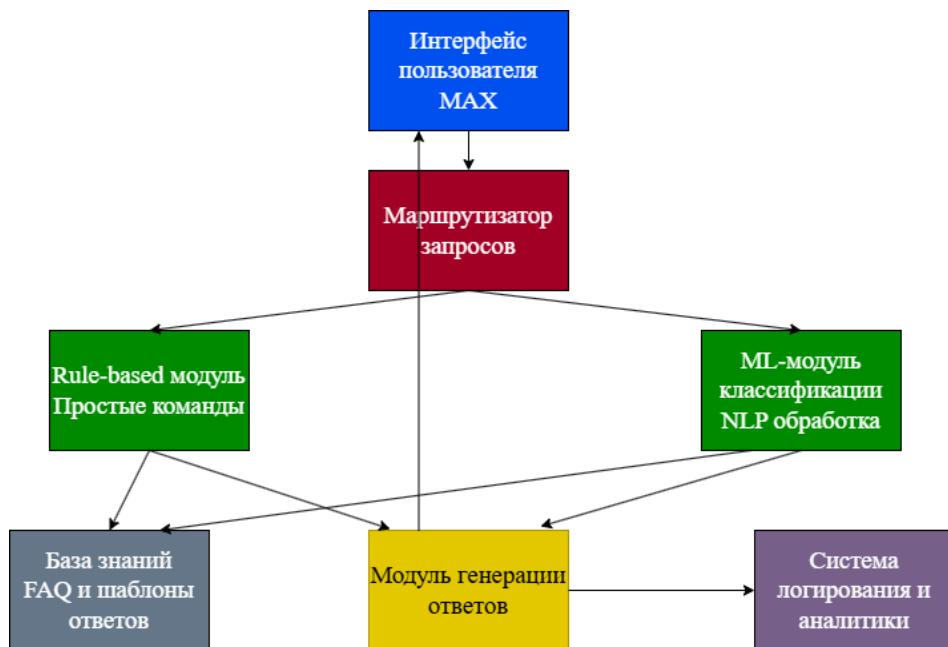


Рисунок 1 – Архитектура чат-бота для образовательных сервисов

На уровне данных предусмотрено структурированное хранилище базы знаний, включающее ответы на часто задаваемые вопросы (FAQ) и шаблоны ответов. Модуль генерации ответов сперва анализирует предыдущие сообщения, чтобы сохранить нить беседы, затем выделяет из пользовательских запросов ключевые сущности — имена, даты и предметы, а на основе полученной информации обеспечивает поддержку многоходовых диалогов с сохранением состояния.

Ключевое преимущество архитектуры – независимость компонентов: каждый модуль можно масштабировать или обновлять отдельно, не влияя на работу всей системы. Маршрутизатор запросов обеспечивает эффективное распределение нагрузки между модулями, повышая общую стабильность.

Разработанный алгоритм гибридного чат-бота обеспечивает эффективное взаимодействие всех компонентов системы, объединяя последовательные этапы точной обработки пользовательских запросов и генерации ответов (рис. 2).

Алгоритм работы чат-бота включает пять этапов: получение сообщения и предобработка текста; маршрутизация запроса в шаблонный

или ML-модуль в зависимости от его сложности; семантическая классификация с оценкой уверенности; извлечение релевантной информации из базы знаний; генерация персонализированного ответа с учётом контекста; логирование ключевых метрик и отправка ответа пользователю.

Интерфейс чат-бота сделан таким образом, чтобы им было удобно и просто пользоваться прямо в мессенджере MAX (рис. 3). Он состоит из приветственного сообщения и меню с 5 основными справочными разделами. Кроме того, имеется возможность отправки текстовых запросов для дальнейшей интеллектуальной обработки согласно алгоритму работы чат-бота (рис. 2).

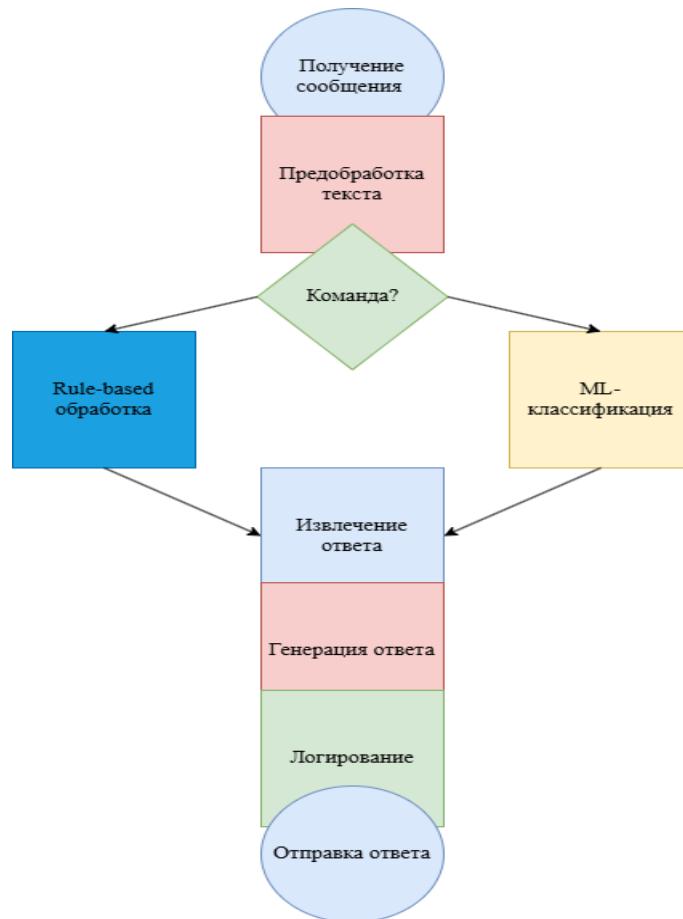


Рисунок 2 – Алгоритм работы чат-бота

Таким образом, внедрение и использование проектируемого чат-бота для цифровых сервисов существенно упростит повседневную работу образовательных учреждений. Для учеников, родителей и педагогов это – удобный и быстрый доступ к важной информации.

Благодаря модульной архитектуре чат-бот легко настраивается под нужды конкретного учебного заведения - школы, колледжа или вуза. При необходимости её можно расширять, добавляя новые функции. Это делает чат-бот гибким, масштабируемым и готовым к развитию вместе с учреждением.

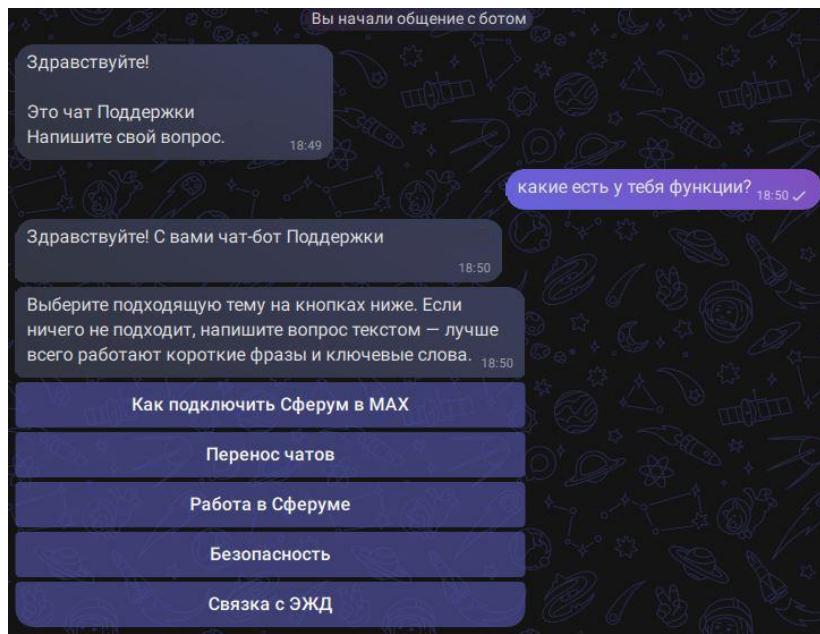


Рисунок 3 – Интерфейс чат-бота

Реализация чат-бота способствует снижению нагрузки на персонал, повышению скорости доступа к информации и улучшению коммуникации внутри образовательного процесса. Планируется дальнейшая его реализация, расширение функционала и интеграция с дополнительными сервисами, что сделает систему эффективной и полезной для всех участников образовательного процесса.

Список литературы

1. Асалханов П.Г. Формирование цифрового образовательного контента Иркутского ГАУ / П. Г. Асалханов, Н. В. Бендин, Н. И. Федурина // Информационные и математические технологии в науке и управлении : тезисы XXVIII Байкальской Всероссийской конференции с международным участием, Иркутск, 29 июня – 08 июля 2023 года / Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН. – Иркутск, 2023. – С. 14.
2. Абрамов Д.А. Роль чат-ботов с искусственным интеллектом в современной индустрии программирования / Д. А. Абрамов // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2024. – № 5-1(92). – С. 162-164.
3. Буkenова И. Чат-бот “unimentor” для управления расписанием и заданиями в образовании / И. Буkenова, Г. Буkenов, А. Турғынбаева, Р. Ахметов // Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева. – 2024. – № 6(135). – С. 312-319.
4. Корнев М.С. Создание контента для интеллектуальных чат-ботов (на примере чат-бота "эли" проекта ЮНЕСКО) / М. С. Корнев // Журналистика в 2020 году: творчество, профессия, индустрия : сборник материалов международной научно-практической конференции, Москва, 04–06 февраля 2021 года. – Москва: Факультет журналистики Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования "Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова", 2021. – С. 201-202.
5. Кудинов, Н. В. Сфера использования чат-ботов / Н.В. Кудинов // Информационные и инновационные технологии в науке и образовании : Сборник научных трудов по итогам VIII Всероссийской научно-практической конференции с

международным участием, Таганрог, 26–27 октября 2023 года. – Ростов-на-Дону: Издательско-полиграфический комплекс РГЭУ (РИНХ), 2024. – С. 225-228.

6. Кутлов Р.Р. Принципы функционирования чат-ботов и сфера их применения / Р. Р. Кутлов // Информационные технологии : Сборник тезисов XIII Конгресса молодых ученых, Санкт-Петербург, 09–11 апреля 2024 года. – Санкт-Петербург: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский университет ИТМО", 2024. – С. 319-320.

7. Михайлова Н.А. Использование чат-ботов для оптимизации образовательного процесса на уровне высшего образования: новые возможности и препятствия / Н.А. Михайлова // Евразийский взгляд на актуальные вопросы филологии, переводоведения и лингводидактики : Сборник статей II Евразийской научно-практической конференции, Минск, 17 апреля 2024 года. – Минск: Белорусский государственный экономический университет, 2024. – С. 243-249.

8. Назаркин Г.А. Чат-бот в образовательной среде современного вуза / Г.А. Назаркин // Развитие науки и образования: новые подходы и актуальные исследования : сборник научных трудов по материалам XLVIII Международной научно-практической конференции, Анапа, 25 января 2024 года. – Анапа: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский центр экономических и социальных процессов» в Южном Федеральном округе, 2024. – С. 30-34.

9. О создании больших объёмов данных для управления процессом получения продовольственной продукции в регионе / Я. М. Иваньо, С. А. Петрова, П. Г. Асалханов [и др.] // Актуальные вопросы инженерно-технического и технологического обеспечения АПК : Материалы IX Национальной научно-практической конференции с международным участием, Иркутск, 23–24 сентября 2021 года. – Молодёжный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2021. – С. 167-176.

10. Системы искусственного интеллекта в образовательной и научной деятельности / П. Г. Асалханов, В. О. Беляков, Н. В. Калинин, С. А. Петрова // Цифровые технологии и математическое моделирование в науке, образовании и производстве: материалы Всероссийской научно-практической конференции для преподавателей и научных сотрудников, Иркутск, 26–27 сентября 2024 года. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2024. – С. 107-114.

УДК 004.75

СИНЕРГИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ЭЛЕКТРОННЫХ БИБЛИОТЕЧНЫХ СИСТЕМ КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ НОВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ КУЛЬТУРЫ СТУДЕНТА

Потапова С.О., Ткачук В.В.

ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, Красноярск, Россия

В статье рассматривается синергетический потенциал взаимодействия генеративного искусственного интеллекта (ИИ) и электронных библиотечных систем (ЭБС) в формировании новой информационной культуры студентов высших учебных заведений. Авторы доказывают, что эти два инструмента, часто воспринимаемые как конфликтующие, при грамотном объединении способны преодолеть проблему информационной перегруженности и трансформировать академическую деятельность. С помощью аналитической матрицы детально раскрываются функциональные роли ИИ (как «интеллектуального катализатора» для генерации идей, первичного анализа и

оформления) и ЭБС (как источника верифицированного знания для углубленного изучения и проверки)

Ключевые слова: генеративный ИИ, ЭБС, электронные библиотечные системы, поиск информации, информационная культура, высшее образование.

SYNERGY OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND ELECTRONIC LIBRARY SYSTEMS AS A BASIS FOR THE FORMATION OF A NEW STUDENT INFORMATION CULTURE

Potapova S.O., Tkachuk V.V.

FSBEI of HE Krasnoyarsk SAU, *Krasnoyarsk, Russia*

The article examines the synergistic potential of the interaction between generative artificial intelligence (AI) and electronic library systems (ELS) in shaping a new information culture for higher education students. The authors argue that these two tools, often perceived as conflicting, when combined effectively, can overcome the problem of information overload and transform academic activities. Using an analytical matrix, the functional roles of AI (as an "intellectual catalyst" for idea generation, primary analysis, and formatting) and ELS (as a source of verified knowledge for in-depth study and verification) are detailed.

Keywords: generative AI, ELS, electronic library systems, information search, information culture, higher education.

Обращение в данном исследовании к анализу взаимосвязи генеративного искусственного интеллекта (ИИ) и электронных библиотечных систем (ЭБС) продиктовано их значимостью в современной образовательной реальности. По мнению авторов, именно эти инструменты представляют собой два основных конфликтующих полюса современной информационной экосистемы в вузе. Лавинообразный рост объемов доступной информации, с которой сталкиваются студенты в учебной и научной деятельности, с одной стороны, и появление качественно новых инструментов ее обработки, таких как генеративный ИИ [1], с другой, актуализирует рассмотрение их синергетического альянса. Как показано в наших прежних исследованиях, современные студенты демонстрируют сложное, часто фрагментированное информационное поведение, испытывая трудности с выборкой релевантных источников из общего потока данных [2]. Альянс ИИ и ЭБС потенциально способен трансформировать проблему информационной перегруженности в новое качество академической деятельности, заложив основу для целостной информационной культуры студента. Данная культура проявляется в способности грамотно комбинировать инструменты для эффективного поиска, критической верификации и продуктивного синтеза информации при выполнении учебных заданий и проведении исследований.

Для наглядного представления описанного выше синергетического альянса и конкретизации функциональных ролей каждого инструмента представляется целесообразным систематизировать их ключевые функции. Ниже, в таблице 1, представлена аналитическая матрица, в которой обобщены дидактические задачи, решаемые с помощью генеративного ИИ и

ЭБС по отдельности, и, что наиболее важно, – сделана попытка представить кумулятивный синергетический эффект, возникающий от их целенаправленной коллaborации в руках обучающегося.

Таблица – Матрица синергетического взаимодействия генеративного ИИ и ЭБС в учебной и научной деятельности студента

	Генеративный ИИ	ЭБС	Синергетический эффект (ИИ+ЭБС)
1	2	3	4
Основная функция и ключевая задача	«Интеллектуальный катализатор»; Скорость генерации; Творческий подход; Первичный анализ	Источник верифицированного знания Точность Глубина Достоверность Академическая корректность	Создание целостного исследовательского цикла - от генерации идеи до ее обоснования авторитетными источниками
Первичный поиск и ориентировка	Быстрое погружение в тему и запуски исследования: Получение общего контекста и структуры темы "Мозговой штурм" для генерации идей и гипотез. Формулировка ключевых слов для поиска в ЭБС Преодоления синдрома «чистого листа»	Поиск релевантных источников: Определение ключевых авторов и работ по теме Нахождение учебников и учебных пособий, рекомендованных вузом.	ИИ становится «интеллектуальным интерфейсом» к ЭБС. Сгенерированный ИИ поисковый запрос, учитывающий контекст и синонимию, принципиально улучшает механизм поиска, рождая новый, более эффективный исследовательский инструмент на стыке двух технологий.
Анализ и верификация	Первичный анализ и синтез: Составление предварительных планов и тезисов. Обобщение информации из нескольких источников (после их нахождения в ЭБС).	Углубленное изучение и проверка: Критический анализ методологии выводов оригинальных исследований. Верификация фактов, данных и цитат, представленных ИИ.	Формирование «цифровой герменевтической петли»: ИИ проводит черновой анализ массива текстов из ЭБС, экономя время студента, после чего ЭБС выступает эталонной системой для точечной проверки выводов ИИ и углубления в первоисточники. Этот цикл взаимной проверки и уточнения превращает информацию из ЭБС в верифицированное знание, а ИИ — в управляемый и точный инструмент анализа.

Продолжение таблицы

1	2	3	4
Оформление и представление результатов	Оптимизация рутины и черновая работа: Подбор стилистических средств, улучшение читаемости текста Помощь в структурировании работы. Автоматизированное оформление библиографических ссылок по предоставленному стандарту (на основе списка источников).	Обеспечение академической добросовестности : Прямое цитирование первоисточников. Предоставление готовых библиографических записей в требуемых форматах (ГОСТ, APA и др.).	Создание целостного процесса оформления работы: Студент использует ИИ для совершенствования стиля и логики изложения, одновременно опираясь на ЭБС для гарантии точности цитат и корректности библиографических данных. Ключевой синергетический эффект проявляется в оформлении библиографии: готовые записи из ЭБС служат эталоном для ИИ, который массово применяет этот стандарт ко всему списку литературы. В результате достигается безупречное соответствие академическим нормам при максимальной эффективности, распространяющееся как на содержание, так и на форму конечного результата.
Педагогическая ценность	Формирует исследовательскую гибкость, стимулирует познавательный интерес, выступая как персональный тьютор.	Формирует фундамент академической культуры, прививает навыки критического анализа и работы с первоисточниками.	Формирование целостной информационной культуры, основанной на развитом критическом мышлении. Синергия целенаправленно развивает данный навык, ставя студента в позицию «судьи» и «режиссера», который постоянно проверяет гипотезы ИИ против эталонов ЭБС, оценивает достоверность источников и обоснованность выводов. Это формирует метакогнитивное умение — стратегию осознанного выбора и интеграции инструментов, являющуюся ключевой компетенцией для исследовательской деятельности в цифровую эпоху.

Понятие «синергия», имеющее античные корни и обозначающее «совместное действие» – это особый вид взаимодействия, при котором совместный эффект превосходит простую сумму эффектов каждого участника в отдельности. Это возникновение нового, системного качества ($A + B > A + B$, или, как мы говорили, $1+1=3$). Почему в нашем случае именно «синергия»?

Потому что мы описываем не просто последовательное использование двух инструментов, а их взаимопроникновение, которое порождает качественно новый результат и процесс, невозможный при использовании каждого из них по отдельности.

Очевидно, что наиболее перспективным является подход, сочетающий использование ИИ как мощного вспомогательного инструмента и неукоснительное следование принципам академической этики, основанным на работе с проверенными источниками из ЭБС. Преподаватель должен научить студента не бояться ИИ, а использовать его с умом, понимая его сильные и слабые стороны. Студент, в свою очередь, должен осознать, что научное знание строится не на текстах, сгенерированных машиной, а на анализе и критической переоценке уже существующих, проверенных трудов. Именно в этой синергии – между мощью ИИ и надежностью ЭБС — лежит будущее качественного и честного академического образования.

В то время как потенциал синергии генеративного ИИ и электронных библиотечных систем представляется безграничным, подход к его реализации требует трезвого анализа рисков и системных ограничений, присущих каждому из инструментов. Игнорирование этих аспектов может не только нивелировать позитивный эффект от их взаимодействия, но и активно навредить формированию академической культуры студентов. Таким образом, признание и нивелирование «тёмной стороны» технологий является неотъемлемым элементом предлагаемого синергетического альянса.

Генеративный ИИ, при всей его мощи, не является всезнающим. Его архитектура, основанная на прогнозировании вероятностных связей между токенами, порождает ряд фундаментальных вызовов для академической среды. Наиболее опасным и коварным феноменом являются так называемые «галлюцинации» ИИ – порождение информации, которая выглядит правдоподобно, но является фактически вымышленной. Нейросеть может сгенерировать убедительную цитату от имени несуществующего учёного, сославшись на научную статью с реально звучащим названием, но с абсолютно фиктивным содержанием, или исказить ключевые данные эксперимента.

В этом контексте верификация через ЭБС перестаёт быть рекомендацией и становится строго обязательной процедурой. Каждый источник, факт и цитата, предоставленные ИИ, должны проходить перекрёстную проверку в авторитетных базах данных. Этот процесс не замедляет работу, а, напротив, закладывает краеугольный камень академической добросовестности, превращая студента из пассивного потребителя информации в активного критика-исследователя.

Скорость генерации ответов ИИ создаёт у пользователя опасную иллюзию лёгкости знания. Студент, получивший за секунды развёрнутый конспект по сложной философской концепции, может ошибочно заключить, что он усвоил материал. Однако это знание оказывается «хрупким» – лишённым глубины понимания, исторического контекста, альтернативных точек зрения и методологических нюансов, которые возникают только при медленном, вдумчивом чтении первоисточников.

Это приводит к интеллектуальной стагнации – неспособности к самостоятельному критическому мышлению и глубокому анализу. Задача преподавателя и образовательной системы в целом – создавать задания, которые бы направляли студента не на копирование результата ИИ, а на его

углубление, проверку и критический разбор с обязательной опорой на ресурсы ЭБС.

Чёткая граница между использованием ИИ как «интеллектуального катализатора» и прямым академическим мошенничеством остается размытой. Помощь в структурировании текста, подборе синонимов или генерации идей – это легитимное использование инструмента. Однако сдача текста, целиком сгенерированного ИИ, под видом собственной работы является plagiatом.

Формирование чётких институциональных правил и этических кодексов, разъясняющих эту границу, – насущная необходимость. Студент должен понимать, что ценность научной работы заключается не в конечном продукте, а в демонстрации собственного исследовательского пути, частью которого может быть и ИИ, но который обязательно верифицируется и обогащается через работу с ЭБС.

В то же время было бы ошибкой считать электронные библиотечные системы идеальным и исчерпывающим источником знания. Они обладают собственными системными ограничениями, которые как раз и могут быть компенсированы за счёт интеграции с генеративным ИИ.

ЭБС, особенно ориентированные на учебную литературу, по своей природе инерционны. Процессы издательского рецензирования, приобретения и интеграции новых книг в систему занимают месяцы, а иногда и годы. В результате по стремительно развивающимся дисциплинам (например, ИИ, квантовая биология или современная геополитика) ЭБС могут не содержать самых свежих данных, исследований и тенденций.

Здесь генеративный ИИ, обученный на актуальных массивах интернет-данных, может выступить в роли «скаута» или «разведчика». Он способен быстро сориентировать студента в нарождающейся теме, выявить «белые пятна», обозначить ключевых современных авторов и наиболее цитируемые недавние работы. Эта «карта местности», сгенерированная ИИ, затем используется для целенаправленного поиска в нишевых научных базах или для формирования запроса к кураторам ЭБС на пополнение фонда.

Несмотря на развитые каталоги, поисковый интерфейс многих ЭБС остается архаичным и неудобным для современного пользователя. Требование точного соответствия ключевых слов, сложность комбинирования запросов, неинтуитивная фильтрация – всё это создаёт барьер, известный как «проблема последней мили»: информация есть, но найти её крайне затруднительно.

Именно здесь проявляется синергетический эффект, описанный в матрице. Генеративный ИИ, выступая в роли «интеллектуального интерфейса», может трансформировать свободный, естественно-языковой запрос студента («мне нужны работы о том, как социальные сети влияют на память подростков, но не касающиеся зависимости») в формализованный набор ключевых слов и операторов для поисковой системы ЭБС. Это принципиально повышает эффективность процесса, превращая ЭБС из статичного хранилища в динамично отвечающую интеллектуальную среду.

Таким образом, ни генеративный ИИ, ни ЭБС по отдельности не являются панацеей от вызовов информационной эпохи. Их слабости – «галлюцинации» и поверхностность ИИ, инертность и сложность навигации в ЭБС – оказываются взаимокомпенсируемыми в рамках синергетического альянса. Осознание этих ограничений – не призыв к отказу от технологий, а, напротив, основа для их более зрелого и ответственного использования. Преодоление «тёмной стороны» через взаимную верификацию и компенсацию – это и есть путь к формированию той самой целостной информационной культуры, в которой студент выступает не пассивным объектом образовательного процесса, а рефлексирующим субъектом, уверенно перемещающимся между мощью искусственного интеллекта и надёжностью проверенного знания.

Список литературы

1. Амбросенко Н.Д. ChatGPT: новый инструмент для образования и его влияние на учебный процесс / Н.Д. Амбросенко, С.О. Потапова, О.Н. Скуратова // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития : Материалы международной научно-практической конференции, Красноярск, 18 – 20 апреля 2023 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2023. – С. 424-427.
2. Потапова С.О. Исследование информационного поведения студентов в контексте поиска учебных материалов / С.О. Потапова, Н.Д. Амбросенко // Образование. Инновации. Качество: Материалы VI Международной научно-методической конференции. В 2-х частях, Курск, 29 января 2025 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет им. И.И. Иванова, 2025. – С. 156-162.

Содержание

Цифровые технологии и математическое моделирование в науке и производстве

<i>Иваньо Я.М.</i> Математическое моделирование в решении задач управления процессами получения продовольственной продукции	3
<i>Полковская М.Н.</i> Образовательные и научные аспекты развития кафедры информатики и математического моделирования	14
<i>Авдюшина М.А., Ткаченко Д.Д.</i> Цифровизация как фактор повышения эффективности налогового администрирования	24
<i>Алексеева Ю.А., Шитова М.О., Кузьмина Н.И.</i> Роботизация мясной отрасли: вызовы и перспективы для российских предприятий	32
<i>Амбросенко Н.Д., Ткачук В.В.</i> Интеграция технологий IoT в цифровую архитектуру предприятий АПК: от точечных решений к единому цифровому организму	38
<i>Барсукова М.Н., Глухов О.В., Иваньо Я.М., Петрова С.А.</i> Беспилотные авиационные системы в решении задач мониторинга сельскохозяйственного производства	43
<i>Белякова А.Ю., Бузина Т.С.</i> Роль ФГИС в обеспечении продовольственной безопасности аграрного сектора	51
<i>Белякова А.Ю., Бузина Т.С., Иваньо Я.М.</i> Федеральные и государственные информационные системы в развитии сельского хозяйства и образования	58
<i>Бендик Н.В., Комляров В.Е.</i> О разработке информационной системы определения пластичной сельскохозяйственной культуры для посева на территории Иркутской области	65
<i>Бузина Т.С., Кочергин М.А.</i> Разработка программного модуля для оптимизации мониторинга в TRASSIR	71
<i>Горбенко Л.В., Бондаренко А.Ю., Литвинов В.Н.</i> Разработка искусственного интеллекта для распознавания сорной растительности и инфекций культурных растений на полях	77
<i>Грачева Н.Н., Пономарева Н.Е.</i> Использование прикладного программного обеспечения для решения задач в сельском хозяйстве	84
<i>Евдокимова Н.Е.</i> Математические методы и модели в прогнозировании потребления продуктов питания	89
<i>Жилан О.Д.</i> Операционная надежность как элемент операционного риска банка	97
<i>Иваньо Я.М., Петрова С.А., Сыроватский А.А., Асалханов П.Г., Беляков В.О.</i> Оценка засорённости сельскохозяйственных культур с использованием данных аэрофотосъёмки	104
<i>Кислицына Л.В., Шобухин Д.С.</i> Повышение результативности логистической деятельности компаний в современных условиях, роль цифровизации в этом процессе	111
<i>Краковский Ю.М., Кириллова Т.К.</i> Выбор шифра специальности при проведении научных исследований, связанных с защищкой информации	117

<i>Музыка С.М., Ян Шуюй</i> Значение цифровых технологий в исследовании кедра (<i>Pinus Sibirica Du Tour</i>) и использовании его ресурсов	123
Овчинникова Н.И., Быкова М.А. Применение теории марковских процессов к вероятностной оценке сельскохозяйственных технологических систем	132
<i>Полковская М.Н., Галимзянов Т.Р., Дьяченко А.В.</i> Тренды цифровой трансформации аграрного производства	137
<i>Репецкий О.В., Ким Х.И.</i> Математическое моделирование дефектов и их влияние на ресурс машин. Часть 1	147
<i>Репецкий О.В., Ким Х.И.</i> Математическое моделирование дефектов и их влияние на ресурс машин. Часть 2	154
<i>Рыжкова Е.Ю., Туктарова П.А.</i> Реализация интеграции информационной системы с учетными системами 1С: ЗУП и 1С: КСУ	163
<i>Сапожникова Е.С.</i> Цифровая трансформация налоговых аспектов функционирования личных подсобных хозяйств при переходе на самозанятость	171
<i>Тулунова Е.С., Чернигова Д.Р.</i> Цифровые платформы в сельском хозяйстве: анализ, возможности и практика внедрения в России	177
<i>Федурина Н.И.</i> Цифровые технологии для автоматизации воспитательной деятельности университета	183
<i>Черных А.Г.</i> Применение цифровых устройств позиционирования и телеметрии для управления движением дождевальной машины	189

Цифровые технологии в образовании

<i>Беляева Н.В., Пигорева О.В.</i> Об использовании онлайн программ и мультимедийных средств в обучении иностранных граждан русскому языку (из опыта работы)	197
<i>Бодякина Т.В., Елтошкина Е.В.</i> Современные вызовы и перспективы развития образования в условиях цифровой трансформации	203
<i>Голышева С.П.</i> Приложение дифференциальных уравнений в задачах теплопроводности при изучении математики студентами-инженерами	209
<i>Голышева С.П.</i> Программные продукты как дополнительные средства визуализации в обучении математике студентов высшей школы	214
<i>Доманова О.А., Ярошенко А.В.</i> Проблематика клипового мышления в образовании: роль цифровых технологий в ее решении	220
<i>Елтошкина Е.В., Павлова Е.Б., Бодякина Т.В.</i> Применение цифровой платформы «Сириус» для качественной подготовки к ЕГЭ по математике	226
<i>Краковская Т.А., Паленга А.Д.</i> Искусственный интеллект: помочь или замена?	231
<i>Краковский Ю.М.</i> Контент курса по криптографической защите информации для обеспечения ее конфиденциальности и целостности	238
<i>Мороз А.С., Асалханов П.Г.</i> Проектирование интеллектуального чат-бота для образовательных сервисов на платформе мессенджера МАХ	243
<i>Потапова С.О., Ткачук В.В.</i> Синергия искусственного интеллекта и электронных библиотечных систем как основа формирования новой информационной культуры студента	249