



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени А.А. ЕЖЕВСКОГО»

**СБОРНИК ТЕЗИСОВ НАУЧНЫХ ДОКЛАДОВ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОГО СЕМИНАРА**

«МАТЕМАТИКА КАК ОСНОВА ИНЖЕНЕРНЫХ НАУК»,

28 МАЯ 2026 ГОДА



п. Молодежный, 2026

УДК 51
ББК 74
П-759

Математика как основа инженерных наук: сборник тезисов докладов научно-практического семинара. – Молодежный: Изд-во Иркутский ГАУ, 2026. – с. 101

В рамках научно-практического семинара рассмотрены и обсуждены вопросы применения в научных исследованиях преподавателей и студентов математических методов и цифровизации в технических, экономических и социальных науках. В тезисах описаны вопросы математического моделирования технических и экономических систем, и естественно-научных дисциплин, цифровых и информационных технологий в образовании.

Материалы будут полезны преподавателям, аспирантам, ученым и специалистам, интересующимися прикладными вопросами математики и естественных наук в технике и экономике.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Зайцев А. М. – проректор по научной работе ФГБОУ ВО Иркутского ГАУ.

Ильин С.Н. – декан инженерного факультета ФГБОУ ВО Иркутского ГАУ.

Ученые секретари научно-практического семинара:

Елтошкина Е.В. к.т.н., доцент кафедры математики ФГБОУ ВО Иркутского ГАУ;

Бодякина Т.В. к.т.н., доцент кафедры информатики и математического моделирования ФГБОУ ВО Иркутского ГАУ.

Овчинникова Н.И. - д.т.н., профессор, зав. кафедрой математики ФГБОУ ВО Иркутского ГАУ.

Быкова М.А. - к.э.н., доцент кафедры математики инженерного факультета ФГБОУ ВО Иркутского ГАУ.

Гольшева С.П. - к.п.н., доцент кафедры математики инженерного факультета ФГБОУ ВО Иркутского ГАУ.

Мартыненко А.И. – доцент кафедры математики инженерного факультета ФГБОУ ВО Иркутского ГАУ.

Компьютерная верстка – Елтошкина Е.В., Бодякина Т.В.

© Коллектив авторов, 2026
© Издательство Иркутский ГАУ, 2026

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Балдаев Д.С., Голышева С.П.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

В условиях ограниченности производственных ресурсов сельскохозяйственные предприятия сталкиваются с необходимостью выбора наиболее эффективной структуры посевных площадей. Математическое моделирование позволяет формализовать данную задачу и получить объективное оптимальное решение [1, 2, 3, 7].

Цель работы – построить оптимизационную модель линейного программирования для максимизации прибыли при распределении пахотных земель и трудовых ресурсов между двумя культурами.

Постановка задачи. Пусть x_1 – площадь под пшеницей (га), x_2 – площадь под подсолнечником (га). Прибыль с 1 га составляет 5000 руб. для пшеницы и 8000 руб. для подсолнечника. Затраты труда на 1 га пшеницы – 3 часа работы, на 1 га подсолнечника – 4 часа. Общий фонд рабочего времени – 320 часов рабочего времени. Общая посевная площадь – 100 га [4, 5, 6].

Математическая модель имеет вид:

Целевая функция (максимизация прибыли): $Z = 5000x_1 + 8000x_2 \rightarrow \max$

Ограничения:

$$x_1 + x_2 \leq 100 \text{ (ограничение по площади);}$$

$$3x_1 + 4x_2 \leq 320 \text{ (ограничение по труду);}$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \text{ (условие неотрицательности).}$$

Решение задачи графическим методом. Строится область допустимых решений – многоугольник, ограниченный прямыми $x_1 + x_2 = 100$ и $3x_1 + 4x_2 = 320$, а также осями координат. Вершины области: (0;0), (100;0), (0;80), а также точка пересечения ограничений. Решая систему уравнений, получаем точку А: $x_1 = 80, x_2 = 20$.

Вычисляем значения целевой функции в угловых точках:

- (0;0): $Z = 0$

- (100;0): $Z = 5000 \cdot 100 = 500\,000$ руб.

- (0;80): $Z = 8000 \cdot 80 = 640\,000$ руб.

- (80;20): $Z = 5000 \cdot 80 + 8000 \cdot 20 = 400\,000 + 160\,000 = 560\,000$ руб.

Максимальное значение $Z = 640\,000$ руб. достигается в точке (0;80). Однако этот вариант означает полный отказ от пшеницы. С учётом агротехнических требований (севооборот) вводится дополнительное ограничение $x_1 \geq 20$. При этом оптимум смещается в точку (20;65). $Z = 5000 \cdot 20 + 8000 \cdot 65 = 100\,000 + 520\,000 = 620\,000$ руб. (табл. 1).

Таблица 1 – Сравнение вариантов распределения посевных площадей

Вариант	Пшеница (га)	Подсолнечник (га)	Прибыль (руб.)
Без севооборота	0	80	640 000
С севооборотом	20	65	620 000
Эмпирический	80	20	560 000

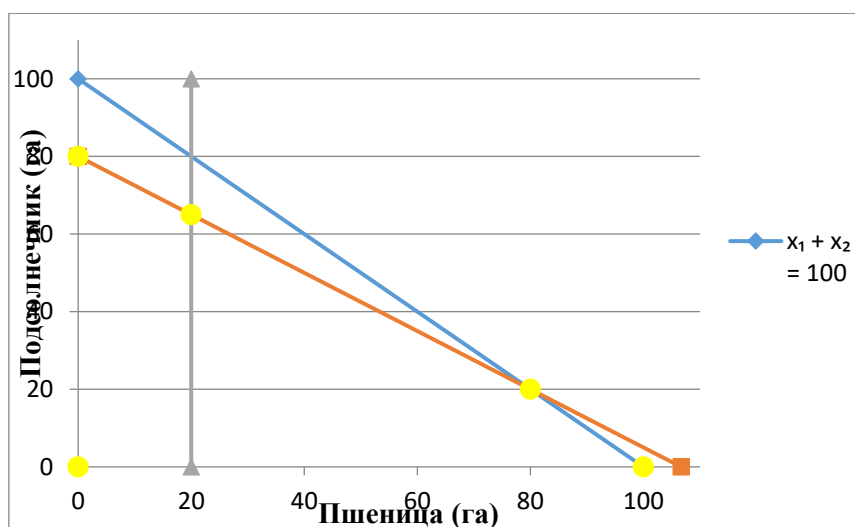


Рисунок 1 – Графическое решение задачи линейного программирования

Таким образом, методы линейного программирования позволяют математически обосновать оптимальную структуру посевов с учётом ресурсных и агротехнических ограничений. Применение данного подхода повышает обоснованность управленческих решений. Рассмотренная модель может быть расширена на большее количество культур и ресурсов, а также адаптирована для задач в технике, экономике и логистике.

Список литературы

1. Голышева С. П. Применение математического моделирования в профессионально ориентированном обучении математике студентов в аграрном вузе / С. П. Голышева // Педагогический журнал. – 2020. – Т. 10, № 4-1. – С. 289-300. – DOI 10.34670/AR.2020.74.72.091. – EDN UGPNQA.
2. Бархатов, И. А. Простейшая математическая модель международной торговли / И. А. Бархатов, С. П. Голышева // Прикладные вопросы математики в экономике, технике и сельском хозяйстве : Материалы студенческой научно-практической конференции, посвященной 90-летию Иркутского ГАУ, Иркутск, 22 мая 2024 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2024. – С. 13-15. – EDN PCUWPE.
3. Жернаков, Н. Е. Использование математического аппарата в процессе определение работоспособности технических систем / Н. Е. Жернаков, К. А. Туги, Е. В. Елтошкина // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК : материалы всероссийской студенческой научно-практической конференции в IV томах, Иркутск, 17–18 февраля 2022 года. Том IV. – п. Молодежный: Иркутский ГАУ, 2022. – С. 59-67. – EDN GWQCSS.
4. Канторович Л.В. Математические методы организации и планирования производства. – Л.: Изд-во ЛГУ, 2019. – 312 с.
5. Лотов А.В. Введение в экономико-математическое моделирование. – М.: Наука, 2018. – 392 с.
6. Лялин, Г. Д. К вопросу математического моделирования в планировании сельского хозяйства / Г. Д. Лялин, А. И. Юндунов // Значение научных студенческих кружков в инновационном развитии агропромышленного комплекса региона : Сборник научных тезисов студентов, п. Молодежный, 13–14 октября 2022 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2022. – С. 85-86. – EDN MMGMRX.
7. Карманов В.Г. Математическое программирование. – М.: Физматлит, 2020. – 264 с.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

Теория графов является разделом дискретной математики, изучающим свойства графов и методы их применения при решении практических задач [3]. Граф представляет собой математическую структуру, состоящую из множества вершин и рёбер, соединяющих данные вершины. В информатике графовые модели используются для представления и анализа различных объектов, связанных между собой определёнными отношениями [1, 2].

Графы широко применяются в области информационных технологий благодаря возможности наглядного описания сложных структур и процессов. С помощью графовых моделей представляются компьютерные сети, транспортные системы, базы данных, поисковые системы и социальные сети [4]. Использование теории графов позволяет разрабатывать эффективные алгоритмы обработки информации и оптимизации вычислительных процессов [1, 2].

Компьютерную сеть можно представить в виде графа, где вершины соответствуют устройствам сети, а рёбра – каналам передачи данных между ними. Такой подход используется при анализе структуры сети, определении маршрутов передачи информации и оценке устойчивости сетевой инфраструктуры [4]. Применение графовых моделей позволяет выявлять наиболее эффективные пути передачи данных и снижать нагрузку на отдельные элементы сети.

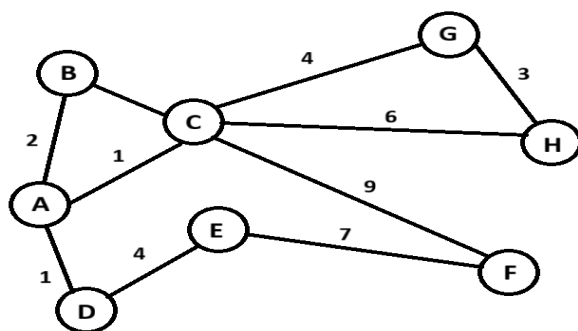


Рисунок 1 – Пример взвешенного графа

Одной из основных задач теории графов является поиск кратчайшего пути между вершинами графа [3]. Для решения данной задачи используются специальные алгоритмы, среди которых наиболее известным является алгоритм Дейкстры. Данный алгоритм применяется в навигационных системах, телекоммуникационных сетях и логистических приложениях.

Алгоритм основан на последовательном определении минимального расстояния от начальной вершины до остальных вершин графа. В процессе работы выполняется обновление значений расстояний с учётом весов рёбер.

$$d(v) = \min (d(v), d(u) + w(u, v)), \quad (1)$$

где $d(v)$ — минимальное расстояние до вершины v , $d(u)$ — расстояние до предыдущей вершины, $w(u, v)$ — вес ребра между вершинами [3].

Использование алгоритмов поиска кратчайшего пути позволяет оптимизировать маршруты транспорта, уменьшать время передачи информации и повышать эффективность работы вычислительных систем [2].

Теория графов активно применяется в поисковых системах. Веб-страницы сети Интернет можно представить в виде ориентированного графа, в котором вершины соответствуют страницам, а рёбра – гиперссылкам между ними [4]. Анализ структуры таких связей используется для ранжирования результатов поиска и определения значимости страниц.

Графовые модели используются в социальных сетях. Пользователи представляются вершинами графа, а связи между ними – рёбрами. На основе анализа подобных структур выполняется поиск взаимосвязей между пользователями, формирование рекомендаций и определение сообществ по интересам [4].

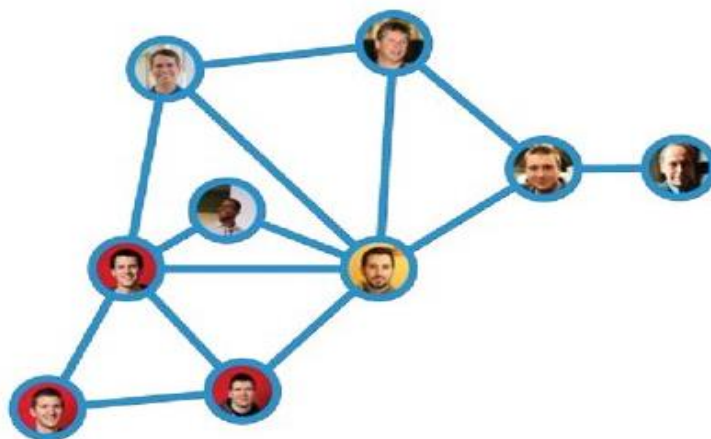


Рисунок 2 – Представление социальной сети в виде графа

Графовые структуры также используются в системах искусственного интеллекта и обработке больших данных [2]. В современных информационных системах графы применяются для хранения и анализа взаимосвязанных данных, а также при построении рекомендательных систем и интеллектуальных алгоритмов обработки информации.

Дополнительным направлением применения теории графов является разработка алгоритмов маршрутизации в компьютерных сетях [3]. Использование графовых методов позволяет определять оптимальные пути передачи пакетов данных и повышать надёжность функционирования сетевой инфраструктуры.

Применение графовых моделей обеспечивает решение задач анализа данных, оптимизации маршрутов, организации сетевых структур и обработки информации [1, 3]. Развитие информационных технологий способствует дальнейшему расширению областей применения методов теории графов.

Список литературы

1. Бодякина, Т. В. Межпредметная связь дискретной математики и профессиональных дисциплин для направления 09.03.03 "Прикладная информатика" / Т. В. Бодякина, Е. В. Елтошкина // Вестник педагогических наук. – 2025. – № 10. – С. 247-253. – EDN PDVVPB.
2. Новиков, Ф. А. Дискретная математика для программистов / Ф. А. Новиков. – Санкт-Петербург: Питер, 2021. – 384 с.
3. Романовский, И. В. Дискретный анализ / И. В. Романовский. – Санкт-Петербург: Невский Диалект, 2019. – 336 с.
4. Харитонова, Е. В. Графы и сети: учебное пособие / Е. В. Харитонова. – Ульяновск: УлГТУ, 2006. – 92 с.

РОЛЬ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Бардаев В.А., Елтошкина Е.В.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

Агроинженерия представляет собой дисциплину на стыке биологии, техники и точных наук. Современное сельское хозяйство требует высокой эффективности: минимизации затрат воды, удобрений и топлива при максимизации урожайности. Математические уравнения позволяют описывать физические, гидравлические и биологические процессы в машинах, почве и растениях. Они лежат в основе систем точного земледелия, автоматизации полива, проектирования машин и прогнозирования урожайности [1- 4].

Гидравлика ирригационных систем представляет собой одну из ключевых задач расчёта равномерности полива в дождевальных машинах и капельном орошении. Используется уравнение Дарси-Вейсбаха для потерь напора в трубах:

$$h_f = \lambda * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2g},$$

где h_f — потери напора (м), λ — коэффициент гидравлического трения, L — длина трубы, D — диаметр, v — скорость потока, g — ускорение свободного падения.

Например, для капельной линии длиной 200 м при $v=1,2$ м/с и $D=0,05$ м инженер подбирает насос, чтобы давление в конце линии не падало ниже 0,5 атм. Расчёт h_f позволяет определить мощность насоса и избежать иссушения растений на дальних грядках.

При обработке полей трактор с агрегатом движется челночным способом. Минимизация времени и топлива сводится к задаче нахождения оптимальной длины гона. Используется уравнение времени цикла:

$$T = \frac{S}{v_p} + \frac{(n-1)L_{пов}}{v_{пов}} + nt_{всп},$$

где S — путь в рабочем режиме, v_p — рабочая скорость, n — число проходов, $L_{пов}$ — длина поворота, $v_{пов}$ — скорость на повороте, $t_{всп}$ — время на вспомогательные операции.

Например, для поля 1000×500 м и ширины захвата 12 м, $n = 42$. Инженер вычисляет, что увеличение v_p с 8 до 10 км/ч сократит T на 18 %, но возрастёт пробуксовка. Берётся производная $\frac{dT}{dv}$ для поиска экстремума — оптимальной скорости с учётом удельного расхода топлива.

Водный режим почвы описывается уравнением Ричардса (нелинейное параболическое уравнение):

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial (K(\theta) * \frac{\partial \Psi}{\partial z})}{\partial z} - S(z, t)$$

где θ — влажность, $K(\theta)$ — коэффициент влагопроводности, Ψ — матричный потенциал, S — поглощение корнями.

Например, при проектировании системы капельного полива томатов в теплице инженер решает уравнение численно (метод конечных разностей), чтобы задать расстояние между эмиттерами (например, 0,5 м) и интервал подачи воды (каждые 2 часа по 0,2 л). Это предотвращает как пересыхание, так и заболачивание.

Для поддержания микроклимата в коровнике используется уравнение теплового баланса:

$$Q_{жив} = Q_{стен} + Q_{вент} + Q_{исп},$$

где $Q_{жив}$ — тепловыделения животных (зависит от массы и рациона), $Q_{стен}$, $Q_{вент}$, $Q_{исп}$ — потери через ограждения, с вентиляцией и на испарение соответственно.

Например, для фермы на 200 голов при -20°C на улице теплотери $Q_{\text{стен}}$ по закону Фурье:

$$Q = k * A * \Delta T.$$

Инженер рассчитывает необходимую мощность калорифера (например, 50 кВт) и выбирает автоматику, поддерживающую $+10^{\circ}\text{C}$ внутри. Экономия топлива — до 30 % за счёт точного регулирования.

Статистические уравнения множественной регрессии связывают урожайность Y с факторами: дозы удобрений N , P , K , осадки R , сумма температур T :

$$Y = a_0 + a_1 N + a_2 P + a_3 K + a_4 T + \varepsilon.$$

Примером может служить уравнение по данным прошлых лет для кукурузы:

$$Y = 12 + 0,45N - 0,02N^2 + 0,3R.$$

Оптимальная доза азота $N_{opt} = 11,25 \frac{\text{г}}{\text{м}^2}$ находится из уравнения:

$$\frac{dY}{dN} = 0.$$

Превышение приводит к снижению урожая из-за полегания растений.

Математические методы расчета в агроинженерии представляет собой не абстрактную теорию, а практический инструмент [5-8]. Они позволяют рассчитывать параметры оросительных сетей, оптимизировать маршруты движения техники, управлять влажностью и температурой, прогнозировать урожайность и экономить ресурсы. Внедрение даже простых моделей может повысить рентабельность хозяйства на 15–25 % без дополнительных капитальных затрат.

Список литературы

1. Быкова, М. А. Математика / М. А. Быкова, Е. В. Елтошкина, Н. И. Овчинникова. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – Москва: Издательско-книготорговый центр "Колос-с", 2023. – 226 с. – ISBN 978-5-00129-358-3. – EDN LGQDSI.
2. Гилберт, С. Дифференциальные уравнения в частных производных / С. Гилберт.
3. Голышева, С. П. Роль смешанного обучения математике студентов аграрного вуза в модели "Ротация станций" (на примере изучения дифференциальных уравнений первого порядка) / С. П. Голышева // Педагогический журнал. – 2022. – Т. 12, № 1-1. – С. 368-376. – DOI 10.34670/AR.2022.26.46.007. – EDN KADTDV.
4. Дергачев, В. И. Агроинженерная наука: основы и перспективы / В. И. Дергачев. — М.: Колос.
5. Жернаков, Н. Е. Использование математического аппарата в процессе определение работоспособности технических систем / Н. Е. Жернаков, К. А. Туги, Е. В. Елтошкина // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК : материалы всероссийской студенческой научно-практической конференции в IV томах, Иркутск, 17–18 февраля 2022 года. Том IV. – п. Молодежный: Иркутский ГАУ, 2022. – С. 59-67. – EDN GWQCSS.
6. Косарева, А. В. Теория построения геометрических тел: учебное пособие по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике для студентов инженерного и энергетического факультетов / А. В. Косарева, А. И. Аносова. – Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, 2022. – 116 с. – EDN HQXIGN.
7. Методические аспекты оценки эффективности зерноуборочных комбайнов / Д. Н. Раднаев, А. С. Пехутов, М. Б. Балданов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2025. – № 3(113). – С. 75-80. – EDN QVYDYJ.
8. Митрофанова, О. В. Задачи вихревой динамики в теплофизике сложных гидродинамических систем / О. В. Митрофанова // Тепловые процессы в технике. – 2021. – Т. 13, № 2. – С. 70-77. – DOI 10.34759/tpt-2021-13-2-70-77. – EDN UDJUNE.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ СЕМЯН В ВАКУМНЫХ ВЫСЕВАЮЩИХ СИСТЕМАХ ТОЧНОГО ВЫСЕВА

Бачаджонов А.М., Мартыненко А.И.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

Переход к точному земледелию требует от агроинженерии обеспечения идеальной геометрии раскладки семян в рядке. При посеве пропашных культур (кукуруза, подсолнечник, сахарная свекла) на высоких скоростях движения трактора (более 12 км/ч) классические механические сеялки допускают до 15% пропусков или «двойников» (высев двух семян в одно гнездо). Это приводит к взаимному угнетению растений и потере урожайности до 20% [1-4].

Задача состоит в разработке динамической матричной модели процесса захвата, переноса и сброса семени вакуумным дозирующим диском с целью минимизации ошибок распределения.

Процесс работы высевающего аппарата носит стохастический (вероятностный) характер. Состояние ячейки высевающего диска в каждый момент времени описывается вектором вероятностей:

$$S = (P_0, P_1, P_2), \quad (1)$$

где P_0 — ячейка пустая (пропуск),

P_1 — в ячейке ровно одно семя (норма),

P_2 — в ячейке два семени (двойник).

Переход системы из одного состояния в другое на каждом обороте диска описывается стохастической матрицей переходных вероятностей Маркова (Π) [5-7]:

$$\Pi = \begin{pmatrix} p_{00}(V, p) & p_{01}(V, p) & p_{02}(V, p) \\ p_{10}(V, p) & p_{11}(V, p) & p_{12}(V, p) \\ p_{20}(V, p) & p_{21}(V, p) & p_{22}(V, p) \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Элементы матрицы p_{ij} зависят от окружной скорости диска (V) и уровня разрежения вакуума (p). Для удержания одиночного семени на отверстии диска сила вакуумного присасывания должна строго удовлетворять дифференциальному уравнению баланса сил в проекции на тангенциальную ось:

$$m \frac{d^2 s}{dt^2} = F_{\text{вак}} - (F_{\text{ц}} + F_{\text{тр}} + G \cdot \sin \varphi), \quad (3)$$

где m — масса семени;

$F_{\text{вак}} = S_{\text{отв}} \cdot \Delta p$ — сила удерживающего вакуума;

$F_{\text{ц}} = m \cdot \omega^2 R$ — центробежная сила;

$F_{\text{тр}}$ — сила трения семени о стенку заборной камеры;

$G \cdot \sin \varphi$ — проекция силы тяжести, изменяющаяся в зависимости от угла поворота диска φ .

Можно смоделировать на цветном трехмерном графике рабочий процесс в камере разрежения. Каждое семя представлено сложным геометрическим телом. Цветовая карта отражает градиент давления воздуха и кинетическую энергию частиц, рассчитанную через матричные уравнения.

Если вакуум слишком слабый (синие зоны давления), сила тяжести G преодолевает силу $F_{\text{вак}}$ на угле поворота $\varphi = 90^\circ$, и семя падает обратно в бункер — матрица выдает пропуск (P_0). Если вакуум избыточен (красные зоны перенапряжения потока), к одному отверстию присасываются два зерна — матрица фиксирует ошибку двойника (P_2). Математический алгоритм находит строгую «зеленую зону» матрицы Π , где вероятность идеального высева P_1 стремится к единице.

Таким образом, мы видим, что на основе решения данных уравнений может быть составлена интеллектуальная система автоматического регулирования вакуума. Бортовой компьютер сеялки в реальном времени считывает скорость движения трактора, мгновенно пересчитывает дифференциальное уравнение сил и через сервопривод меняет обороты турбины.

Результаты полевых испытаний показали, что ошибки «сингуляции» (пропуски и двойники) снизились с 8,4% до 0,6%. А максимальная рабочая скорость сеялки увеличена до 15 км/ч без потери качества раскладки. И при этом прямой экономический эффект может составить более 4 500 рублей на каждый гектар за счет жесткой экономии элитного посевного материала.

Список литературы

1. Багин, И. С. Моделирование линейной динамической системы с применением матриц / И. С. Багин, Е. В. Елтошкина // Аграрная наука в инновационном развитии агропромышленного комплекса Иркутской области: Материалы очно-заочной научно-практической конференции, посвященной Дню Российской науки, Иркутск, 06–07 февраля 2025 года. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2025. – С. 24-25. – EDN KWVCXU.
2. Бодякина, Т. В. Применение матричного метода при обучении бакалавров экономических направлений / Т. В. Бодякина, С. Е. Васильева, Е. В. Елтошкина // Российско-китайский научный журнал «Содружество». – 2016. – № 10. – С. 59-63. – EDN SXTAXT.
3. Бузенков, Г. М. Машины для посева и посадки / Г. М. Бузенков, С. А. Макаров. — Москва: Машиностроение, 1976 (переиздание 2021). — 272 с.
4. Елтошкина, Е. В. Применение цифровых систем в аграрном производстве / Е. В. Елтошкина, П. И. Ильин // 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. 49-50. – EDN NMBTSM.
5. Халанский, В. М. Сельскохозяйственные машины / В. М. Халанский, И. В. Горбачев. — Москва: КолосС, 2023. — 624 с.
6. 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 высшего профессионального образования РФ Ярослава Михайловича Иванько, Молодежный, 30 октября 2025 года. – Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, 2025. – 258 с. – EDN FJLFNX
7. Федотов, Г. Б. Решение экономических сельскохозяйственных задач матричным методом / Г. Б. Федотов // Значение научных студенческих кружков в инновационном развитии агропромышленного комплекса региона: Сборник научных тезисов студентов, п. Молодежный, 07–08 ноября 2024 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2024. – С. 505-506. – EDN OFSQIV.

МЕТОДЫ И ПОДХОДЫ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Беляевская М.М., Быкова М.А.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

Устойчивость функционирования региональной экономической системы является важным аспектом эффективного территориального управления, поскольку она определяет способность региона адаптироваться к изменениям внешней среды, сохраняя свою внутреннюю структуру и экономическую эффективность [6] (рисунок 1).



Рисунок 1 – Виды устойчивости

Устойчивость региональной системы — это способность социально-экономической системы сохранять функционирование, адаптироваться к внешним шокам и развиваться в долгосрочной перспективе, сохраняя баланс между экономическими, социальными, экологическими и институциональными аспектами. [2]

К факторам, влияющим на устойчивость региональной экономической системы, можно отнести:

- инерционность системы (зависит от специфики региона);
- уровень зависимости от внешних факторов (импорт сырья, экспорт продукции, финансовые потоки);
- качество управления и институциональная среда;
- демографические тенденции;
- инновационная активность и технологическое развитие;
- экологическое состояние и рациональность использования ресурсов [4].

Оценка устойчивости региональной экономической системы осуществляется посредством комплексного анализа, который включает следующие ключевые подходы:

1. Системный подход рассматривает региональную экономическую систему как целостное образование, состоящее из взаимосвязанных элементов (предприятия, инфраструктура, население), взаимодействующих между собой и внешней средой. Анализируются внутренние процессы и внешние воздействия, влияющие на устойчивость региона.

2. Динамический подход исследует изменения во времени основных показателей экономики региона — валового регионального продукта, инвестиций, уровня занятости населения, доходности предприятий. Динамика развития позволяет выявить тренды, оценить степень адаптации региона к изменениям внешних условий и определить риски снижения устойчивости.

3. Комплексный подход учитывает широкий спектр факторов, оказывающих влияние на развитие региона, включая экономические показатели, социальные условия жизни населения, экологические аспекты, инновационные возможности, уровень государственного регулирования и поддержки бизнеса. Комплексная оценка позволяет наиболее полно учесть разнообразие воздействий и их взаимозависимость.

4. Ресурсный подход акцентирует внимание на ресурсах, которыми располагает регион (природные ресурсы, человеческие ресурсы, производственные мощности). Изучение ресурсной базы помогает определить потенциал роста и стабильность экономического положения региона.

5. Институциональный подход фокусируется на анализе институтов, регулирующих экономику региона (законы, нормативные акты, правила ведения хозяйственной деятельности, налоговые режимы). Институциональная среда влияет на эффективность функционирования региональных экономических субъектов и способность адаптироваться к новым условиям.

6. Социально-экономический подход подчеркивает значимость социальной составляющей устойчивого развития региона. Включает оценку качества жизни населения, доступность социальных услуг, обеспеченность жильем, демографические тенденции, уровень доходов и образования жителей региона. Важным критерием является способность региона к самообеспечению и снижению зависимости от внешних факторов (сырья, энергии, рынков сбыта).

7. Экологический подход обеспечивает учет влияния природных условий и экологической ситуации на социально-экономическое положение региона. Особое внимание уделяется вопросам охраны окружающей среды, рациональному использованию ресурсов и снижению негативного воздействия производства на природу.

8. Управленческий подход направлен на исследование эффективности управления развитием региона, способности органов власти принимать адекватные решения в условиях неопределенности и кризисных ситуаций, качество стратегического планирования и реализации управленческих решений. [1, 5]

На сегодняшний день не существует единой методологии оценки устойчивости региональной экономической системы, что затрудняет сравнение регионов. Учесть все взаимосвязанные факторы сложно и не всегда представляется возможным. Собранные данные из-за скорости изменения информации теряют свою актуальность. [3]

Каждый из указанных подходов дополняет друг друга, обеспечивая всесторонний анализ состояния и перспектив развития региональной экономической системы. Итоговая оценка устойчивости формируется путем интеграции результатов всех перечисленных методов исследования. Ключевым является системный подход, учитывающий взаимосвязи между экономическими, социальными, экологическими и институциональными аспектами развития.

Список литературы

1. Акулич, И. Л. Математические методы в экономике: Учебник. — М.: Высшая школа, 2020. — 456 с.
2. Бабешко, Л. М. Устойчивость и развитие экономических систем: Учебное пособие. — СПб.: Питер, 2022. — 320 с.
3. Васильев, В. В. Математическое моделирование экономических процессов: Учебник. — М.: Юрайт, 2021. — 512 с.
4. Григорьев, Л. М. Анализ устойчивости экономических систем: Учебное пособие. — М.: Инфра-М, 2023. — 288 с.
5. Иванов, А. П. Математические методы в экономике и управлении: Учебник. — М.: Финансы и статистика, 2022. — 480 с.
6. Лаптев, Г. П. Анализ устойчивости региональных экономических систем: Учебное пособие. — М.: Инфра-М, 2022. — 368 с.
7. Ханхаев, Г. А. Математическая модель задачи распределения средств по предприятиям / Г. А. Ханхаев, Е. В. Елтошкина, Т. В. Бодякина // Прикладные вопросы математики в экономике, технике и сельском хозяйстве : Материалы студенческой научно-практической конференции, посвященной 90-летию Иркутского ГАУ, Иркутск, 22 мая 2024 года. — п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2024. — С. 120-122. — EDN KANNYE.

ПРИМЕНЕНИЕ ДВОЙНЫХ ИНТЕГРАЛОВ ДЛЯ РАСЧЕТА ОБЪЕМА ВОДЫ ПРИ ПОЛИВЕ ПОЛЯ

Бирюков С. Д., Елтошкина Е. В.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

Для выращивания культуры фермеру требуется регулярный полив. Допустим это помидоры в теплицах, и для их полива нужно рассчитать требуемое количество расходуемой воды на некоторый промежуток времени. Ведь теплицы могут находиться относительно далеко от линий водоснабжения, а при бурении скважины, вода из-под земли может иметь избыток минеральных веществ. Поэтому возникает необходимость заказа воды в необходимом объеме, чтобы уменьшить и привести в норму количество минеральных веществ.

Рассчитанный объем позволяет определять количество и размер резервуаров для хранения воды; график доставки (частота, объем одной поставки); необходимость организации накопительных емкостей на территории. Недостаток запаса воды может привести к перебоям в поливе, а избыток – к лишним затратам на хранение и риск застоя воды. Расчет объема воды помогает подобрать насос нужной мощности; спроектировать сеть трубопроводов с учетом расхода; настроить автоматизированные системы (капельный полив, туманообразование) на оптимальный режим (рисунок 1). Знание точного объема позволяет избежать переплат на избыточный заказ воды; минимизировать потери из-за испарения или утечки: планировать бюджет на водоснабжение.



Рисунок 1 – Капельный полив

Формула для расчета объема воды:

$$V = \iint_D h(x, y) dx dy, \quad (1)$$

где D – область пределов интегрирования, определенный заданными размерами поля.

$h(x, y)$ – базовая глубина увлажнения в точке (x, y) (в метрах);

dx, dy – бесконечно малые элементы площади.

Произведем расчет для теплицы, площадь которой 5×40 м, $0,25$ – базовая глубина увлажнения, соответствующая корнеобитаемому слою для томатов в теплице; $0,0005$ и $0,001$ – бесконечно малые элементы площади.

$$\begin{aligned}
V &= \iint_D h(x,y) dx dy = \int_0^5 dx \int_0^{40} (0,25 + 0,0005x + 0,001y) dy = \\
&= \int_0^5 dx (0,25 \int_0^{40} dy + 0,0005x \int_0^{40} dy + 0,001 \int_0^{40} y dy) = \\
&= \int_0^5 \left(0,25 \times (40 - 0) + 0,0005x(40 - 0) + 0,001 \left(\frac{40^2}{2} - \frac{0^2}{2} \right) \right) dx = \\
&= \int_0^5 (10 + 0,8 + 0,02x) dx = \int_0^5 (10,8 + 0,02x) dx = \\
&= 10,8 \int_0^5 dx + 0,02 \int_0^5 x dx = 10,8 (5 - 0) + 0,02 \left(\frac{5^2}{2} - \frac{0^2}{2} \right) = 54 + 0,25 = 54,25
\end{aligned}$$

Таким образом, получили, что для полива теплицы размером 5×40 м, где 0, 25 – базовая глубина увлажнения, соответствующая корнеобитаемому слою для томатов в теплице и 0,0005 и 0,001 это бесконечно малые элементы площади потребуется $54,25 \text{ м}^3$ или 54250 литров воды.

Список литературы

1. Багаутдинова, И. И. Расчет оптимальных размеров емкости при заданной величине объема (на примере параллелепипеда) / И. И. Багаутдинова // Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК : материалы международной научно-практической конференции в рамках XXXI Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2021», Уфа, 23–26 марта 2021 года / Министерство сельского хозяйства РФ; Министерство сельского хозяйства Республики Башкортостан; ООО «Башкирская выставочная компания». Том Часть 2. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2021. – С. 9-13. – EDN YFPPAI.
2. Быкова, М. А. Математика: учебное пособие / М. А. Быкова, Е. В. Елтошкина, Н. И. Овчинникова. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Издательско-книготорговый центр "Колос-с", 2024. – 244 с. – ISBN 978-5-00129-412-2. – EDN SRODWC.
3. Елисеев, А. А. Приложения кратных интегралов / А. А. Елисеев // Инновационные технологии в математическом образовании: молодежная парадигма: сборник научных статей молодых исследователей. – Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2024. – С. 126-131. – EDN BWJCKQ.
4. Значимость математических учебных элементов в профильных дисциплинах аграрного вуза на инженерном факультете / Е. Н. Соболева, О. В. Кузнецова, С. Я. Пономарева [и др.] // Инновационные решения стратегических задач агропромышленного комплекса : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию Удмуртского ГАУ. В 3 т., Ижевск, 28 февраля – 05 января 2023 года. Том 3. – Ижевск: Удмуртский государственный аграрный университет, 2023. – С. 209-215. – EDN RYRNWF.
5. Жернаков, Н. Е. Использование математического аппарата в процессе определение работоспособности технических систем / Н. Е. Жернаков, К. А. Туги, Е. В. Елтошкина // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК : материалы всероссийской студенческой научно-практической конференции в IV томах, Иркутск, 17–18 февраля 2022 года. Том IV. – п. Молодежный: Иркутский ГАУ, 2022. – С. 59-67. – EDN GWQCSS.

МОДУЛЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ПЛАСТИЧНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ РАСЧЕТА НОРМЫ ВЫСЕВА СЕМЯН

Бобоева Е.Б., Бендик Н.В.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

Разработка модуля информационной системы для оценки пластичности сельскохозяйственных культур и расчета нормы высева семян является крайне актуальной задачей в современном агропромышленном комплексе. Это обусловлено пересечением нескольких ключевых трендов: цифровизации сельского хозяйства, необходимостью повышения эффективности использования ресурсов и глобальными климатическими изменениями [2,5].

Норма высева — один из главных факторов, определяющих себестоимость продукции. Как заниженная, так и завышенная норма приводят к экономическим потерям. Завышенная норма: ведет к перерасходу дорогостоящего посевного материала, излишнему загущению посевов. Растения конкурируют друг с другом за свет, влагу и питание, что снижает кустистость, увеличивает риск полегания и развития болезней. В итоге урожайность не растет пропорционально увеличению количества семян, а затраты на их покупку увеличиваются линейно [6,7]. Заниженная норма: приводит к изреженным всходам, неэффективному использованию площади питания поля и потере потенциальной урожайности [1].

Современные сельскохозяйственные угодья характеризуются высокой пестротой плодородия, влажности и структуры почвы. Применение единой усредненной нормы высева для всего поля устарело. Актуальным подходом является дифференцированный или точечный сев, когда норма высева меняется прямо во время работы сеялки в зависимости от карты-задания.

Поэтому принято решение о разработке дополнительного модуля для информационной системы оценки пластичности сельскохозяйственных культур [3], который до этого функционировал в виде отдельного приложения [4] (рис.1).

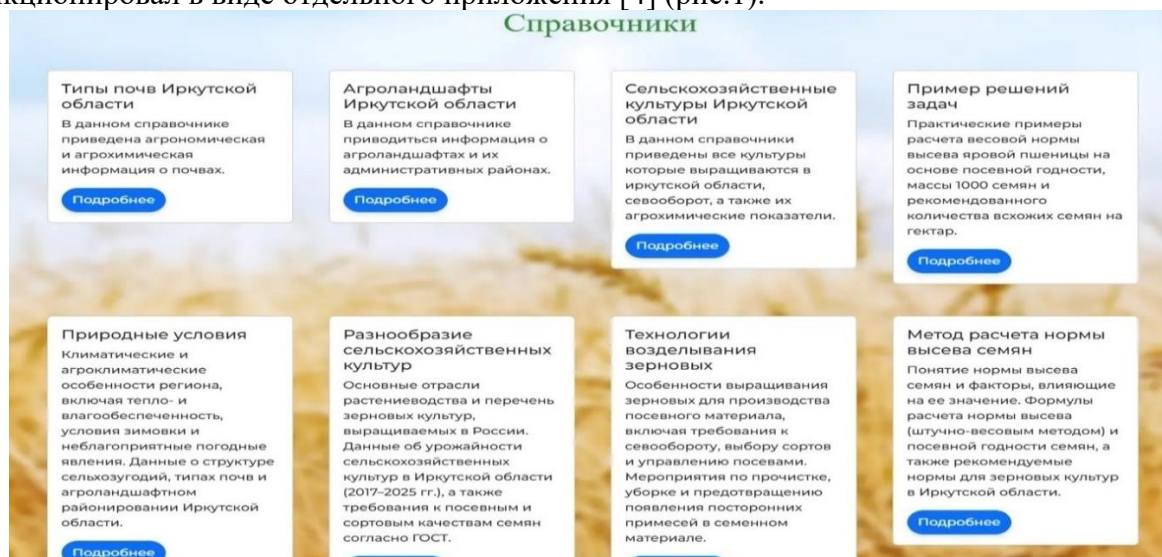


Рисунок 1 – Справочники модуля информационной системы

Модуль содержит базу данных, где отображается информация об агроэкологическом потенциале различных сортов. Кроме калькулятора расчета нормы высева семян в модуль загружены методы и примеры расчета высева семян.

Таким образом, разработка подобного модуля является современным ответом на вызовы, стоящие перед сельским хозяйством. Создание такой информационной системы позволяет перейти от интуитивных решений к научно-обоснованному управлению посевами, что обеспечивает рост экономической эффективности, рациональное использование ресурсов и повышает устойчивость растениеводства к неблагоприятным факторам.

Список литературы

1. Адаптивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Иркутской области: моногр. / Н. Н. Дмитриев [и др.]; Иркут. НИИСХ, ИрГАУ им. А. А. Ежевского. – Иркутск : Изд-во ИрГАУ им. А. А. Ежевского, 2015. – 131 с.

2. Бендик Н. В. Информационно-советующая система "Растениеводство" применительно к Иркутской области / Н. В. Бендик, О. В. Борхошкин // Теория и практика современной аграрной науки: Сборник IV национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 26 февраля 2021 года / Новосибирский государственный аграрный университет. – Новосибирск: Издательский центр Новосибирского государственного аграрного университета "Золотой колос", 2021. – С. 22-26. EDN: WFRNWY

3. Бендик Н. В. О разработке информационной системы определения пластичной сельскохозяйственной культуры для посева на территории Иркутской области / Н. В. Бендик, В. Е. Котляров // 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 высшего профессионального образования РФ Ярослава Михайловича Иваньо, Молодежный, 30 октября 2025 года. – Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, 2025. – С. 65-71. – EDN TVVFEG.

4. Бобоева Е.Б. Разработка калькулятора норм высева семян для сельскохозяйственных культур в Иркутской области / Е. Б. Бобоева, Н. В. Бендик // Значение научных студенческих кружков в инновационном развитии агропромышленного комплекса региона: / Сборник научных тезисов студентов. - Молодежный: Изд-во Иркутский ГАУ, 2024 - 565 с. EDN: PXAVQS.

5. Бодякина Т. В. Роль технологий в АПК / Т. В. Бодякина, А. М. Чепрасов // 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. 15-16. – EDN OFNUVJ.

6. Бодякина, Т. В. Современные вызовы и перспективы развития образования в условиях цифровой трансформации / Т. В. Бодякина, Е. В. Елтошкина // 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 высшего профессионального образования РФ Ярослава Михайловича Иваньо, Молодежный, 30 октября 2025 года. – Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, 2025. – С. 203-208. – EDN GYHOMY.

7. Семеноведение сельскохозяйственных растений: учебное пособие / Н.Н. Яркова, В.М. Федорова; М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджет. образов. учреждение высшего образов. «Пермская гос. с.-х. акад. им. акад. Д.Н. Прянишникова». – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2016. – 116 с.

8. Хуснидинов Ш.К., Долгополов А.А. Растениеводство Предбайкалья.: Учебное пособие. – Иркутск: ИрГСХА, 2000. – 462 с.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЭКОНОМИКЕ

Быргазов В.А., Голышева С.П.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

Современная экономика страны претерпевает ряд изменений, связанных с введением санкций со стороны мировых держав. Это, безусловно, сказывается практически на все сферы многоотраслевого комплекса – экономики, включая промышленность, сельское и лесное хозяйство, строительство, сферу услуг. Особое место в данном вопросе занимает проблема экономического роста в АПК (агропромышленный комплекс). Укрепление продовольственной безопасности, поддержка отечественного производства, импортозамещение, экспорт российской продукции, развитие сфер социальной значимости и т.п. – все это оказывает многозначительное влияние на экономическое развитие страны [2].

Для прогнозирования экономических процессов и производственного состояния необходимы методы и инструменты. Для качественной и количественной оценки влияния параметров на технологические процессы, в том числе, аграрного производства, прибегают, как правило, к математическим методам и моделям.

Математические методы в экономике включают экономико-математическое моделирование, статистический анализ, методы оптимизации, теорию вероятностей и эконометрику.

В качестве примера, на основании статистического материала динамики зернопроизводства в России, представленного в работе [4], применив метод наименьших квадратов – один из математических методов, позволяющий составлять уравнение линии регрессии $\hat{y} = \alpha x + \beta$ (эмпирическая формула.), в нашем случае, по двум показателям [1, 2]. Отметим, что формулы, служащие для аналитического представления опытных данных, получили название эмпирических формул.

В рассмотрении возьмём следующие показатели: общая посевная площадь (млн га) и урожайность зерновых (З), зернобобовых (ЗБ) культур, включая и пшеницу (П) (ц/га), за период 2016-2024 гг. (табл. 1)

Таблица 1 - Динамики зернопроизводства в России

В среднем за год	Показатели	
	Общая посевная площадь, млн га	Урожайность, ц/га: З,ЗБ/П
2016-2020 гг.	79,8	27,2/28,4
2021	80,4	26,7/27,2
2022	82,3	33,6/35,5
2023	81,4	31,0/31,8
2024	80,5	27,2/29,0

Для составления линии регрессии построим дополнительную таблицу 2.

Графическое изображение точек $(x_i; y_i)$ табл. 2 представлено на рис 1.

Найдем α и β по известным формулам:

$$\alpha = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\overline{x^2} - \bar{x}^2}, \quad (1)$$

$$\beta = \bar{y} - \alpha \cdot \bar{x}, \quad (2)$$

Таблица 2 - Статистическая обработка данных показателей зернопроизводства

В среднем за год	Общая посевная площадь (x_i), млн га	Общая урожайность культур (y_i), ц/га	$x_i \cdot y_i$	x_i^2	$\tilde{y}_i$	$\varepsilon_i = y_i - \tilde{y}_i$	ε_i^2
1	2	3	4	5	6	7	8
2016-2020 гг.	79,8	55,6	4436,88	6368,04	52,890	2,7098	7,343
2021	80,4	53,9	4333,56	6464,16	56,574	-2,6736	7,148
2022	82,3	69,1	5686,93	6773,29	68,238	0,8623	0,744
2023	81,4	62,8	5111,92	6625,96	62,713	0,0874	0,008
2024	80,5	56,2	4524,1	6480,25	57,188	-0,9875	0,975
Сумма	404,4	297,6	38503,39	32711,7	297,602	-0,0016	16,218
Среднее значение	$\bar{x}=80,88$	$\bar{y}=59,52$	$\bar{x} \cdot \bar{y}=4818,678$	$\overline{x^2}=6542,34$	59,520	-0,00032	3,244

Продолжение таблицы 2

9	10	11
	$(y_i - \bar{y})^2$	$(\tilde{y}_i - \bar{y}_i)^2$
2016-2020 гг.	15,3664	43,954
2021	31,5844	8,681
2022	91,7764	75,998
2023	10,7584	10,193
2024	11,0224	5,441
Сумма	160,508	144,267
Среднее значение		

Итак,

$$\alpha = \frac{4818,678 - 80,88 \cdot 59,52}{6542,34 - 80,88^2} = \frac{4,7004}{0,7656} \approx 6,139; \quad \beta = 59,52 - 6,139 \cdot 80,88 \approx -437,002.$$

Подставив их в формулу линейной регрессии $\tilde{y} = \alpha x + \beta$, окончательно получим:

$$\tilde{y} = 6,139x - 437,002.$$

Из табл. 2 видно, что значения $\sum_{i=1}^n (\tilde{y}_i - \bar{y}_i)^2 = 144,267$ и $\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = 160,508$ очень близки друг к другу с разностью $\Delta = 16,241$. А также выполняется равенство $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \tilde{y}_i$. Это означает, что все вычисления в данной таблице произведены верно.

Найдём коэффициент детерминации $R^2 \in [0; 1]$, который оценивает, насколько «хорошо» полученная функция описывает данные. Один способ нахождения коэффициента детерминации выражается формулой

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}. \quad (3)$$

$$R^2 = 1 - \frac{16,218}{(55,6 - 59,52)^2 + (53,9 - 59,52)^2 + (69,1 - 59,52)^2 + (62,8 - 59,52)^2 + (56,2 - 59,52)^2}$$

$$= 1 - \frac{16,218}{160,508} \approx 0,899.$$

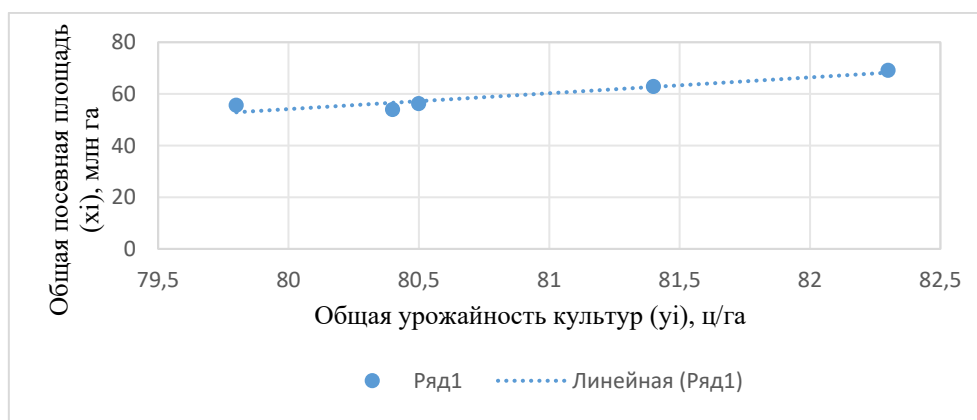


Рисунок 1- Графическое изображение значений таблицы 2

Видим, что значение коэффициента детерминации $R^2 \approx 0,899$ близко к единице. Это означает, что зависимость статистических данных таблицы 2 можно описывать эмпирической функцией $\hat{y} = 6,139x - 437,002$.

Для сведения отметим, что Российская Федерация является одним из крупнейших экспортёров пшеницы, занимая по итогам 2023-2024 г. первое место в мире по экспорту пшеницы (55,5млн т при мировом объёме 223,8 млн т) [4, 5, 6].

Планирование, регулирование, управление, прогнозирование производственных и технологических процессов являются неотъемлемой частью перехода к рыночной экономике. В связи с этим актуальными остаются разработка и применение экономико-математических методов для решения возникающих производственно-хозяйственных задач [2].

Список литературы

1. Быкова, М. А. Математическая статистика / М. А. Быкова, Е. В. Елтошкина, Н. И. Овчинникова. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2020. – 114 с. – EDN CZNREI.
2. Быкова, М.А. К вопросу о продовольственной безопасности Иркутской области/ М.А. Быкова. Н.И. Овчинникова// Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти А.А. Ежевского «Проблемы и перспективы устойчивого развития агропромышленного комплекса», 20-21 ноября 2025 г. - Иркутск - С.315-319.
3. Голышева С. П. Применение математического моделирования в профессионально ориентированном обучении математике студентов в аграрном вузе / С. П. Голышева // Педагогический журнал. – 2020. – Т. 10, № 4-1. – С. 289-300. – DOI 10.34670/AR.2020.74.72.091. – EDN UGPNQA.
4. Подолько Е.А. Математические методы в экономике / Е.А. Подолько // Сибирский торгово-экономический журнал – 2008. – С. 167
5. Яблоновская С.И. Развитие зернопроизводства в регионах РФ: проблемы и перспективы / С.И. Яблоновская, С.В. Куксин //Современная экономика: проблемы и решения. – 2025. – № 11 (191). – С. 51-63.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Волков Д.А., Овчинникова Н.И.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

Урожайность зерновых культур является одним из ключевых индикаторов эффективности аграрного сектора и продовольственной безопасности любого региона страны. Для Иркутской области, находящейся в зоне рискованного земледелия, связь между урожайностью зерновых культур и продовольственной безопасностью региона является прямой, системообразующей и критически важной [1]. Урожайность — это не просто экономический показатель эффективности АПК, а фундамент, определяющий уровень самообеспеченности региона. За последние десять лет наблюдаются значительные колебания урожайности зерновых культур, что требует статистического анализа для выявления трендов и факторов влияния.

Целью настоящего исследования является проведение статистического анализа урожайности зерновых культур в Иркутской области за период 2014–2024 гг. на основе методов математической статистики. Для анализа использовались статистические данные Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Иркутской области за 2014–2024 гг. (табл. 1), производился расчёт средних значений, коэффициента вариации и метода, скользящей средней [2,3].

По официальным итоговым данным Иркутскстата и Министерства сельского хозяйства региона, динамика урожайности представлена таблицей 1 и рисунком 1, из которых видно, что до 2021 года урожайность зерновых в регионе исторически не превышала барьер в **20,1 ц/га**. Новейший этап характеризуется переходом на более высокий технологический уровень.

Таблица 1 – Динамика урожайности зерновых культур в Иркутской области

Год	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Урожайность ц/га	14,2	13,1	15,8	16,9	17,5	18,2	19,0	20,1	22,4	21,3	20,7

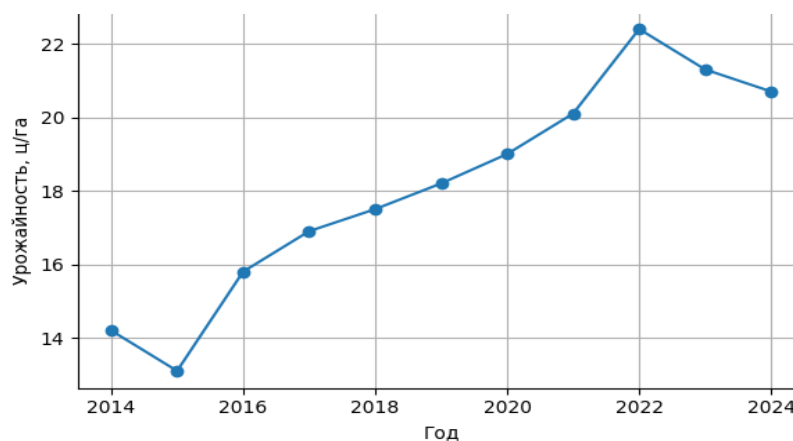


Рисунок 1 – Динамика урожайности зерновых культур в Иркутской области
(2014–2024 гг.)

Для оценки структуры динамического ряда рассчитывались основные статистические показатели: выборочная средняя арифметическая $\bar{x}_e$ и коэффициент вариации V , формулы для вычисления которых приведены ниже [2]:

$$\overline{x}_g = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (1)$$

где x_i – значение урожайности; n – количество наблюдений.

Для оценки устойчивости урожайности рассчитывался коэффициент вариации:

$$V = \frac{\sigma_g}{\overline{x}_g} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где σ_g – среднее квадратическое отклонение.

Для сглаживания временного ряда использовался метод трёхлетней скользящей средней, выполняющий три ключевые функции: фильтрация случайных «климатических» колебаний, выявление реального технологического тренда, повышение точности краткосрочного прогнозирования.

Произведенные расчёты показали, что средняя урожайность зерновых культур в Иркутской области за рассматриваемый период составила 18,1 ц/га. Максимальное значение зафиксировано в 2022 году – 22,4 ц/га, минимальное – в 2015 году (13,1 ц/га). Традиционными лидерами, формирующими верхнюю границу урожайности региона в благоприятные годы, выступают Усольский, Черемховский и Усть-Удинский районы. Нижнюю границу формируют северные и подтаежные зоны с коротким вегетационным периодом. Коэффициент вариации составил 18,7%, что свидетельствует об умеренной неоднородности ряда и сильной зависимости от внешних факторов.

Применение метода трёхлетней скользящей средней для сглаживания краткосрочных колебаний урожайности выявило слабовыраженный восходящий тренд: средняя урожайность за последние пять лет периода превысила показатели начала периода более чем на 15%.

Проведенный статистический анализ динамики урожайности зерновых культур в Иркутской области демонстрирует умеренную тенденцию к росту. Однако этот процесс сопровождается сильной колеблемостью, обусловленной экстремальными климатическими условиями сибирского земледелия [3, 4]. Таким образом, применение статистических методов анализа позволило выявить устойчивую положительную динамику урожайности зерновых культур в Иркутской области. Полученные результаты могут быть использованы для прогнозирования урожайности и планирования деятельности сельскохозяйственных предприятий региона.

Список литературы

1. Быкова, М.А. К вопросу о продовольственной безопасности Иркутской области/ М.А. Быкова. Н.И. Овчинникова// Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти А.А. Ежевского «Проблемы и перспективы устойчивого развития агропромышленного комплекса», 20-21 ноября 2025 г. - Иркутск - С.315-319.
2. Быкова, М. А. Математическая статистика / М. А. Быкова, Е. В. Елтошкина, Н. И. Овчинникова. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2020. – 114 с. – EDN CZNREI.
3. Математическая статистика: Методические указания для студентов направления бакалавриата 35.03.04 "Агрономия" заочной формы обучения / Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского. – Иркутск: Иркутский ГАУ, 2016. – 63 с. – EDN PWWYVY.
4. Павлова, А.И. Анализ урожайности зерновых культур в регионах Сибири/ А.И. Павлова, В.Г. Семёнов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2024. – № 3. – С. 45-52.

РАЗРАБОТКА ОБУЧАЮЩИХ ИГР ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ НАВЫКОВ РАЦИОНАЛЬНОГО КОРМЛЕНИЯ ЖИВОТНЫХ

Гийсов Х.Х., Туктарова П.А.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения квалификации специалистов в области кормления животных, где правильный рацион напрямую влияет на здоровье и продуктивность. Обучающие игры — инновационный метод, сочетающий геймификацию и образование. Они развивают критическое мышление и навыки принятия решений, что востребовано в современном агропромышленном комплексе [1, 2].

Цель работы — разработать обучающие игры для формирования навыков рационального кормления с учётом потребностей целевой аудитории и особенностей предметной области.

Современные образовательные программы в области рационального кормления животных стремятся интегрировать новейшие методы обучения и инновационные подходы, способствующие более глубокому пониманию и эффективному применению знаний в данной области. Одним из ключевых направлений является использование обучающих игр и симуляций, которые позволяют студентам и специалистам в области агрономии и ветеринарии не только усваивать теоретические знания, но и применять их на практике. Такие интерактивные методы обучения особенно актуальны в условиях цифровой трансформации агропромышленного комплекса, где требуется быстрая адаптация к изменяющимся условиям кормовой базы и нормативам продуктивности животных [3, 4, 7].

В рамках данного исследования была разработана структура базы данных, которая выступает в качестве информационной основы обучающей игры. Данная структура позволяет систематизировать ключевые элементы процесса кормления: нормы для разных видов и возрастных групп животных, справочник доступных кормов с их питательной ценностью и стоимостью, а также сценарии с ограниченным бюджетом. На рисунке 1 представлена логическая схема взаимосвязей между основными сущностями базы данных, что наглядно демонстрирует, каким образом теоретические знания о кормлении переводятся в формат, пригодный для компьютерного моделирования и последующего анализа действий пользователя [5, 6].

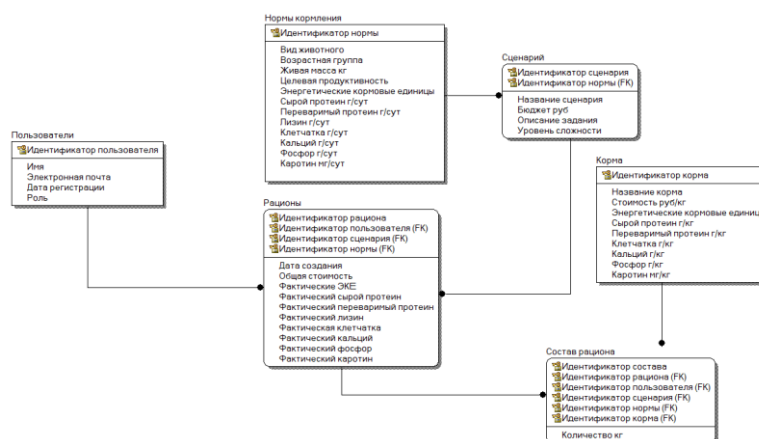


Рисунок 1 - Логическая модель данных

Организация и планирование экспериментов обеспечивают структурированный подход к тестированию игровых концепций. Цели и задачи экспериментов определяются заранее,

выбираются методы сбора данных. Каждый эксперимент должен минимизировать влияние внешних факторов для надёжности результатов. Согласно литературе [5, 6], важны предварительный анализ данных, контролируемые условия и репликация. Также эксперименты адаптируются под разные возрастные группы и уровни подготовки игроков, включая различные игровые механики и сценарии.

Алгоритм реализации игр учитывает педагогические и технические аспекты, адаптируясь под образовательные цели. Определяются правила, цели и механики взаимодействия, которые формируют логическую последовательность действий игроков и игрового окружения.

Оценка эффективности является ключевым аспектом исследования воздействия игр на образовательный процесс (рис.2). Она определяет успешность и целесообразность их использования в обучении. Сбор и анализ данных об эффективности. Сбор данных включает количественные и качественные методы (анкетирование, тестирование). Смешанные методы позволяют измерить уровень знаний и получить обратную связь. Учитываются результаты тестов, вовлеченность и мотивация учащихся.



Рисунок 2 – Макет экрана главного меню

Обратная связь выявляет сильные и слабые стороны игры. Пользователи предоставляют информацию о соответствии игры их ожиданиям. Результаты обучения показывают успешность усвоения материала: элементы обратной связи в играх повышают понимание и мотивацию (рис.3).



Рисунок 3 – Макет экрана результатов

В рамках данной работы была проведена комплексная разработка обучающих игр, направленных на развитие навыков рационального кормления животных. Основное внимание уделялось анализу существующих образовательных программ и методов обучения, что позволило выявить пробелы в знаниях и навыках целевой аудитории. На основе полученных данных были разработаны алгоритмы и технологии для создания обучающих игр, что стало основой для дальнейшего тестирования и внедрения. В заключение, проведенная работа по разработке обучающих игр в области рационального кормления животных продемонстрировала свою актуальность и значимость. В ходе исследования был осуществлен детальный анализ существующих образовательных программ, который позволил выявить ключевые пробелы в знаниях и навыках целевой аудитории. Это послужило основой для создания целенаправленных обучающих игр, способствующих улучшению навыков рационального кормления.

Список литературы

1. Асалханов, П. Г. Цифровая образовательная среда Иркутского государственного аграрного университета / П. Г. Асалханов, Н. В. Бендик, Н. И. Федурин // 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. – EDN RMZEDK.
2. Бодякина, Т. В. Современные вызовы и перспективы развития образования в условиях цифровой трансформации / Т. В. Бодякина, Е. В. Елтошкина // 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 высшего профессионального образования РФ Ярослава Михайловича Иванько, Молодежный, 30 октября 2025 года. – Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, 2025. – С. 203-208. – EDN GYHOMY.
3. Борхошкин, О. В. Разработка web-приложения "Помощь фермеру" / О. В. Борхошкин, Н. В. Бендик // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК: Материалы всероссийской научно-практической конференции, Иркутск, 14–15 марта 2019 года. Том III. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2019. – С. 26-32. – EDN HDSXDJ.
4. Иванов И.И. Образовательные игры в агрономии: современные подходы и технологии [Электронный ресурс] // Научный журнал агрономии: сведения, относящиеся к заглавию / Иванов И.И. URL: http://www.agronomyjournal.ru/articles/2023/educational_games (дата обращения: 25.10.2025).
5. Smith J. Educational Games and Simulation in Animal Nutrition: A Review [Electronic resource] // Journal of Animal Science: information related to the title / Smith J. URL: http://www.journalofanimalnutrition.com/articles/2023/educational_games (дата обращения: 25.10.2025).
6. Иванов И.И., Петрова А.А. Анализ пробелов в знаниях и навыках обучающихся в сфере агрономии [Электронный ресурс] // Вестник аграрной науки. – 2023. – № 4. – С. 45-52. URL: <http://www.agrar-science.ru/article/2023/4/45-52> (дата обращения: 27.10.2025).
7. Кузнецова, Т. В. Цифровые инструменты управления качеством молочной продукции / Т. В. Кузнецова, Н. И. Федурин // Развитие агропромышленного комплекса в условиях цифровой трансформации : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти Почетного работника высшего профессионального образования РФ, доктора экономических наук Винокурова Геннадия Михайловича, Иркутск, 23 октября 2025 года. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2025. – С. 159-164. – EDN YKSTBO.

ЧАТ-БОТ МАХ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРИЕМА И ОБРАБОТКИ ЗАЯВОК НА ПРЕДПРИЯТИИ

Голышев В. К., Бодякина Т.В.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский район, Россия

Создание чат-бота в мессенджере Мах является эффективным решением, направленным на упрощение и оптимизацию процессов взаимодействия с клиентами и обработки их запросов. Такой бот позволяет администраторам сети выполнять различные операции через удобный интерфейс МАХ, что значительно повышает эффективность работы и сокращает время на выполнение рутинных задач. Для компьютерного сервисного центра это особенно актуально, ведь клиенты часто сталкиваются с неожиданными поломками или нехваткой оборудования, и оперативное реагирование становится ключевым фактором качества обслуживания [1, 2].

Мах — это современный мессенджер, предназначенный для корпоративного и личного общения, который активно используется в России. Платформа Мах обеспечивает безопасную и стабильную передачу сообщений, поддерживает групповые и индивидуальные чаты, а также позволяет интегрировать различные бизнес-инструменты, в том числе чат-боты и сервисы для автоматизации задач [3, 4].

Основные особенности Мах:

- 1) безопасность: все сообщения шифруются, что гарантирует конфиденциальность информации;
- 2) интеграция с бизнес-сервисами: поддерживается создание и работа чат-ботов, автоматизация обработки заявок и клиентских обращений;
- 3) многофункциональность: помимо текстовых сообщений, пользователи могут обмениваться файлами, изображениями, осуществлять звонки и видеоконференции;
- 4) удобство для бизнеса: Платформа предоставляет гибкие инструменты для управления коммуникациями внутри компаний, что особенно важно при переходе с других мессенджеров;
- 5) российская разработка: это один из отечественных мессенджеров, ориентированный на локальный рынок и соответствующий требованиям российского законодательства по защите данных.

Платформа Мах становится всё более востребованной среди российских компаний благодаря своей надёжности, широким возможностям для интеграции и гарантированному уровню поддержки.

Чат-боты в мессенджере МАХ — это автоматизированные программы, которые помогают решать самые разные задачи: от общения с покупателями и приема заказов до генерации текстов с помощью искусственного интеллекта и доступа к госуслугам [1, 2]. Они выглядят как обычные контакты в чате, но работают по заданному сценарию.

Чат-боты в МАХ — это цифровые помощники, которые могут работать с клиентами 24/7, отвечать на вопросы и выполнять рутинные операции, освобождая время для более важных дел.

Для создания ботов используется официальный Bot API платформы. Для обычных пользователей существует системный бот @MasterBot (аналог BotFather в Telegram), через который можно зарегистрировать нового бота и получить API-токен.

Важная особенность МАХ — каждый бот перед публикацией проходит модерацию. Это делает экосистему более безопасной, так как снижается риск наткнуться на мошеннические или вредоносные программы [4, 5].

Предприниматели и компании создают ботов через платформу «МАХ для партнёров» (business.max.ru). Для этого нужно зарегистрироваться как юрлицо или ИП и пройти верификацию, что подтверждает официальный статус бизнеса.

Автоматизация приема и обработки заявок обеспечивает эффективное взаимодействие между клиентами и компанией, а также оптимизацию внутренних операций по обработке запросов. В связи с этим возникает необходимость внедрения чат-бота, который позволит повысить скорость и качество обслуживания клиентов, а также облегчить работу персонала [2].

МАХ-бот развернут на платформе Битрикс24. Выбор этой платформы для чат-бота обусловлен его тесной интеграцией с CRM-системой, что позволяет эффективно управлять клиентскими данными и автоматизировать бизнес-процессы, а также удобством платформы для совместной работы, высокой способностью к настройкам и возможностью интеграции с различными сервисами, что в целом повышает эффективность взаимодействия с клиентами и оптимизирует работу команды [6].

На рисунке 1 представлен созданный чат бот в мессенджере МАХ.

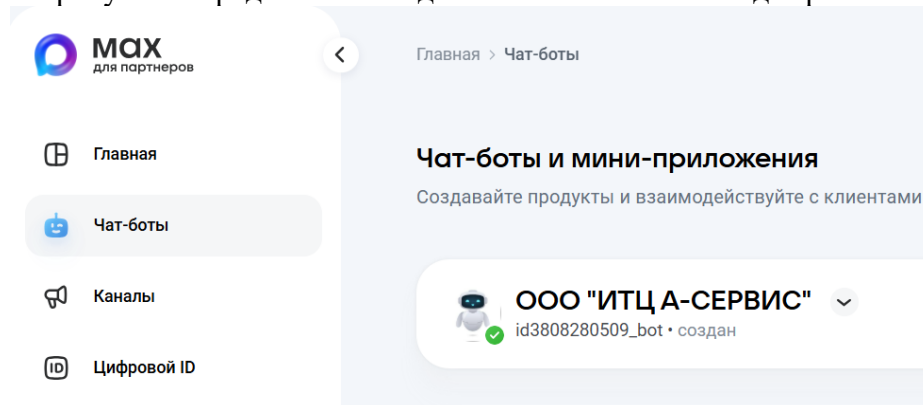


Рисунок 1 – созданный МАХ-бот

Этот цепной механизм помогает автоматизировать прием и обработку заявок, снизить ручную работу и увеличить скорость реагирования.

Список литературы

1. Алтухова, О. В. Автоматизация процессов транспортной логистики ООО "КДВ Яшкино" / О. В. Алтухова, Н. В. Бендик // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК : Материалы всероссийской научно-практической конференции, Иркутск, 14–15 марта 2019 года. Том III. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2019. – С. 7-13. – EDN ZJHADR.
2. Иванов, А. А. Внедрение чат-ботов для автоматизации клиентских сервисов // Информационные технологии в управлении. – 2023. – № 4. – С. 55–63.
3. МАХ для разработчиков [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://dev.max.ru/docs> (дата обращения: 18.05.2026).
4. Мессенджер Мах: обзор функций и возможностей [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gpbmobile.ru/blog/what-is-messenger-max> (дата обращения: 18.05.2026).
5. Павлов, И. А. Автоматизация работы с клиентами в сервисных компаниях / И. А. Павлов // Менеджмент в России и за рубежом. – 2022. – № 6. – С. 44–52.
6. Чепрасов, А. М. Цифровые технологии и автоматизация в сфере экономики / А. М. Чепрасов, Т. В. Бодякина // Цифровизация в системе образования: теоретические и прикладные аспекты: сборник тезисов региональной научно-практической конференции, Иркутск, 27 сентября 2023 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2023. – С. 41-43. – EDN ZZRVWQ.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

Функциональное моделирование – это методологии разработки систем и программного обеспечения сосредоточены на описании задач и функций, которые система будет выполнять, а не на том, как она будет реализована [1, 2, 6]. Для данного проекта использовалась методология IDEF0, которая позволяет визуализировать и анализировать процессы и функции, их взаимодействие и зависимости.

На рисунке 1 изображена контекстная диаграмма процесса функционирования автоматизированной системы приема и обработки заявок через чат-бот МАХ в платформе Битрикс24.

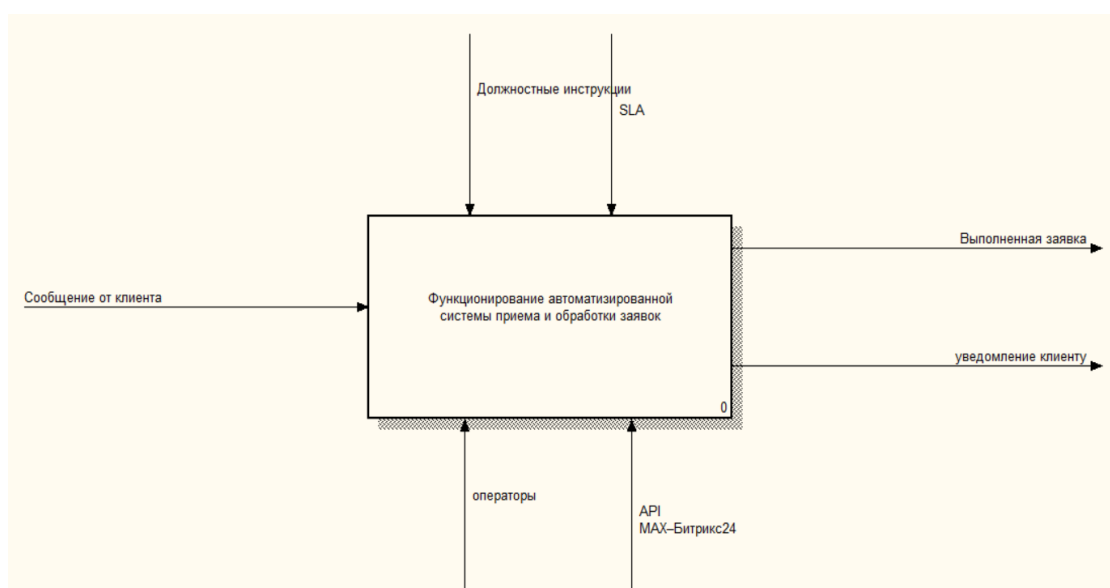


Рисунок 1 – Контекстная диаграмма процесса функционирования автоматизированной системы приема и обработки заявок через чат-бот МАХ в платформе Битрикс24.

Более детальная декомпозиция представлена на рисунке 2.

Контекстная диаграмма и декомпозиция процесса функционирования автоматизированной системы приема и обработки заявок через чат-бот МАХ в платформе Битрикс24 позволяют структурировать работу бота [3].

Основные этапы работы бота:

- 1) создание и настройка чат-бот – регистрация бота в МАХ, получение токена API;
- 2) интеграция бота с Битрикс24 — подключение, настройка передачи данных между МАХ и Битрикс24;
- 3) обработка заявок — бот получает сообщения от пользователей, передает их в Битрикс24, где заявка автоматически создается в CRM или в специальных задачах;
- 4) ответ пользователю — автоматическая и/или ручная обратная связь через бота, подтверждение получения заявки или уточнение данных;
- 5) работа с заявками внутри Битрикс24 — менеджеры рассматривают, редактируют и обрабатывают заявки, задачи, назначают исполнителей [4, 5].

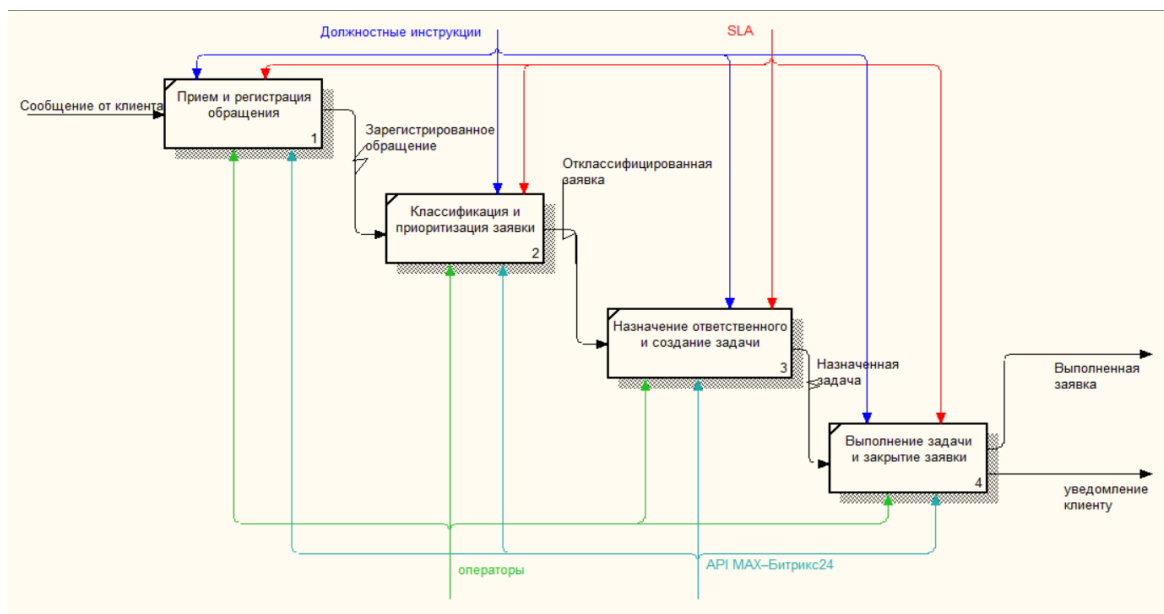


Рисунок 2 – Декомпозиция процесса функционирования автоматизированной системы приема и обработки заявок через чат-бот МАХ в платформе Битрикс24.

Автоматизация приема и обработки заявок в Битрикс24 через чат-бот МАХ позволяет существенно повысить эффективность работы, сократить время реакции на обращения клиентов и минимизировать ручной труд, обеспечивая быстрый и автоматизированный поток информации, что в итоге способствует улучшению клиентского сервиса и оптимизации бизнес-процессов.

Список литературы

1. Алтухова, О. В. Автоматизация процессов транспортной логистики ООО "КДВ Яшкино" / О. В. Алтухова, Н. В. Бендик // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК : Материалы всероссийской научно-практической конференции, Иркутск, 14–15 марта 2019 года. Том III. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2019. – С. 7-13. – EDN ZJHADR.
2. Емельянов, А. А., Кузнецов, С. Н. Бизнес-процессы и информационные технологии. – СПб.: Питер, 2021. – 368 с.
3. Лекомцев, М. Е. База данных для сайта сто "сибавто" / М. Е. Лекомцев, Т. В. Бодякина // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, п. Молодежный, 20–21 февраля 2025 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2025. – С. 701-705. – EDN BBXYWH.
4. Что такое Битрикс: полный обзор платформы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pay.yandex.ru/blog/articles/chto-takoe-bitriks24-obzor-crm-sistemy> (дата обращения: 18.05.2026).
5. Чепрасов, А. М. Цифровые технологии и автоматизация в сфере экономики / А. М. Чепрасов, Т. В. Бодякина // Цифровизация в системе образования: теоретические и прикладные аспекты: сборник тезисов региональной научно-практической конференции, Иркутск, 27 сентября 2023 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2023. – С. 41-43. – EDN ZZRVWQ.
6. Шавалиев, Р. И. Метод автоматизации проектирования виброзащитных систем / Р. И. Шавалиев, Е. В. Елтошкина // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, п. Молодежный, 20–21 февраля 2025 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2025. – С. 873-877. – EDN EBGAKG.

АВТОМАТИЗАЦИИ УЧЁТА И ОБРАБОТКИ ЗАЯВОК В ИТ-УТСОРСИНГОВОЙ КОМПАНИИ

Градович Р.В., Полковская М.Н.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

Современные малые и средние предприятия, оказывающие услуги в сфере информационных технологий, рано или поздно сталкиваются с необходимостью наладить учёт клиентских обращений. Особенно это заметно у компаний, работающих по модели аутсорсинга, когда поток заявок разнороден по содержанию и срочности, а его обработка требует понятной схемы регистрации, распределения и контроля исполнения [3].

Во многих российских организациях платформа «1С: Предприятие» применяется как основной инструмент автоматизации учётных и управленческих процессов. Для небольшой ИТ-компании она удобна широкими возможностями настройки: позволяет создавать справочники, документы, регистры, отчёты, роли пользователей и механизмы обработки данных без привлечения сторонних систем [1, 2]. В связи с этим данная платформа является подходящей основой для разработки специализированного модуля учёта заявок с учётом конкретных особенностей деятельности ООО «ИТЦ СИБТЕХНОЛОДЖИ».

Актуальность работы обусловлена необходимостью разработки программного модуля, который позволит автоматизировать учёт, обработку и контроль заявок клиентов в компании, оказывающей ИТ-услуги на условиях аутсорсинга. Такой модуль должен обеспечивать не только регистрацию обращений, но и сопровождение полного жизненного цикла заявки: создание, классификацию, назначение исполнителя, изменение статуса, фиксацию результата, контроль сроков и формирование аналитической отчётности для руководителя.

На основании анализа текущего процесса сформулированы требования к разрабатываемому модулю. Функциональные требования описывают действия, которые должен выполнять модуль: регистрация заявок, классификация, маршрутизация, контроль сроков, ведение истории и формирование отчётности. Нефункциональные требования описывают качество работы системы: удобство, надёжность, безопасность, производительность, сопровождаемость и расширяемость.

Основные функциональные требования представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Функциональные требования к модулю

Номер	Требование	Описание
1	2	3
ФТ-1	Регистрация заявки	Сотрудник должен иметь возможность создать заявку по обращению клиента
ФТ-2	Автоматическое присвоение номера	Каждая заявка получает уникальный номер и дату создания
ФТ-3	Указание клиента и объекта	Нужно выбрать клиента и объект обслуживания, к которым относится заявка
ФТ-4	Классификация заявки	Заявка должна иметь тип, категорию и приоритет
ФТ-5	Прикрепление файлов	Возможность приложить фотографию неисправности или документ
ФТ-6	Назначение исполнителя	Директор должен назначать ответственного исполнителя
ФТ-7	Изменение статуса	Уполномоченные пользователи изменяют статус заявки

Номер	Требование	Описание
1	2	3
ФТ-8	Комментарии по заявке	Пользователи и исполнители оставляют комментарии
ФТ-9	История обработки	Система фиксирует основные действия по заявке
ФТ-10	Контроль сроков	В заявке хранятся плановый и фактический сроки выполнения
ФТ-11	Согласование заявок	Для работ, требующих подтверждения клиента, есть согласование
ФТ-12	Закрытие заявки	После выполнения заявка закрывается с указанием результата
ФТ-13	Просмотр заявок	Сотрудник видит обращения и их статусы
ФТ-14	Очередь исполнителя	Исполнитель видит назначенные ему заявки
ФТ-15	Отчёты руководителя	Директор получает отчёты по заявкам, срокам, исполнителям и клиентам
ФТ-16	Настройка справочников	Администратор ведёт справочники категорий, клиентов, объектов и исполнителей

Для удобства разработки требования можно сгруппировать по подсистемам. Первая группа связана с интерфейсом создания заявок. Вторая – с обработкой и маршрутизацией. Третья – с отчётностью. Четвёртая – с администрированием. Такое разделение поможет при реализации в 1С, поскольку для каждой группы можно определить свои формы, роли и объекты конфигурации.

В нефункциональных требованиях описано: удобство интерфейса; минимизация ручного ввода; надёжность хранения; разграничение доступа; расширяемость; сопровождаемость; производительность; проверяемость; совместимость; защита информации.

Таким образом, предложенный модуль может быть использован в ООО «ИТЦ СИБТЕХНОЛОДЖИ» для упорядочивания работы с обращениями клиентов. Решение может быть адаптировано под изменение состава клиентов, расширено новыми справочниками, отчётами, маршрутами согласования, уведомлениями и базой типовых решений.

Список литературы

1. Бендик, Н. В. Приложение "1С: Университет ПРОФ" для улучшения документооборота образовательной деятельности / Н. В. Бендик, Н. И. Федурин // 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. 17-18. – EDN PLPEJT.

2. Елтошкина, Е. В. Применение цифровых технологий при дистанционном обучении иностранных студентов / Е. В. Елтошкина, Т. В. Бодякина // Цифровые технологии в образовании, науке и сельском хозяйстве: материалы национального форума с международным участием, Иркутск, 26–29 сентября 2023 года. – Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2023. – С. 43-48. – EDN WSKPHY.

3. Полковская, М. Н. О развитии цифровых платформ в России / М. Н. Полковская, Н. И. Федурин // Формализация как основа цифровой экономики : материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященная 75-летию со дня рождения и 50-летию научно-педагогической деятельности Заслуженного экономиста Российской Федерации, доктора экономических наук, профессора Ованесяна Сергея Суреновича, Иркутск, 12 декабря 2018 года. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2018. – С. 9-15. – EDN YXXJYT.

**РОЛЬ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В РЕШЕНИИ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ
СОВРЕМЕННОЙ АГРОИНЖЕНЕРИИ****Грибанова К.В., Елтошкина Е.В.**

ФГБОУ Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

Агроинженерия сегодня — это не только проектирование машин и механизмов, но и управление сложными биологическими, гидродинамическими и теплофизическими процессами. Переход к точному земледелию требует анализа непрерывно меняющихся параметров: влажности почвы, температуры в хранилищах, динамики роста культур, напряжений в деталях сельхозтехники. Методы математического анализа становятся незаменимым инструментом для моделирования и оптимизации этих процессов [1, 2].

Гидродинамика почвенной влаги и мелиорация описываются уравнением Ричардса, описывающее ненасыщенный поток воды в пористой среде почвы. Оно выводится на основе закона Дарси в дифференциальной форме. Агроинженеру необходимо решать эту задачу для расчета:

- скорости впитывания влаги при капельном орошении;
- времени достижения влажности корнеобитаемого слоя;
- оценки дренажных режимов.

При этом скорость изменения влажности в точке поля позволяет прогнозировать время полива. Методы интегрирования позволяют рассчитать полный объем воды, прошедший через сечение почвы за время и расход, определяемый градиентом потенциала влажности [3, 4].

Например, при проектировании внутрипочвенного увлажнения вычисляют, как распределится влага от капельницы с расходом 2 л/ч в суглинистой почве. При этом, решение дифференциального уравнения в частных производных методом конечных разностей базируется на аппроксимации производных.

Сохранность зерна и овощей требует управления температурно-влажностными режимами. В агроинженерии используется уравнение теплопроводности Фурье, которое применяется для:

- расчета времени прогрева зерновой насыпи при активном вентилировании;
- определения толщины изоляции стенок картофелехранилища;
- проектирования сушилок с заданным профилем температуры.

Градиент температуры определяет тепловой поток (закон Фурье). Интеграл от потока по поверхности дает полные теплопотери. Также возможно применение производных для оптимизации, то есть условие (экстремум энергозатрат на сушку) позволяет выбрать рациональную температуру теплоносителя, не допуская перегрева семян (температурный стресс белка).

Движение трактора по неровному полю описывается дифференциальным уравнением колебаний подрессоренной массы. Скорость и ускорение – это производные перемещения по времени [5, 6].

Решая уравнение, агроинженер находит:

- амплитуду колебаний сиденья оператора (условия труда);
- динамические нагрузки на раму комбайна;
- частоты, при которых наступает резонанс.

Интегральная оценка – среднеквадратичное значение виброускорения за время пути – нормируется стандартами ISO 2631.

Оптимизация: зная, что лемех плуга испытывает сопротивление почвы, тяговое сопротивление минимизируют, решая уравнение – отсюда находится экономичная скорость движения МТА.

Многие поломки в агроинженерии (разрыв пальца шнека, усталость оси колеса) предсказываются через расчет напряжений. Теория упругости использует частные производные деформаций, а затем находим напряжения по закону Гука. Интегрирование по объему дает усилия и моменты.

Важно, что в местах концентрации напряжений (галтели, отверстия) производные компонент тензора напряжений резко возрастают – туда закладывают радиусы перехода.

Пример расчета долговечности подшипника культиватора. Накопление усталостных повреждений по линейной гипотезе Палмгрена — Майнера представляет собой интеграл по времени от отношения числа циклов нагружения к числу циклов до разрушения, когда деталь исчерпала ресурс.

В логистике сельхозпредприятия: маршрут уборочного агрегата по полю должен минимизировать путь при объезде препятствий. Задача решается вариационным исчислением – нахождение функции, дающей минимум функционала длины пути: при ограничениях. Уравнение Эйлера — Лагранжа приводит к прямолинейному движению, но с учетом карты урожайности (неоднородная цена времени) траектория искривляется – это требует численного решения дифференциальных уравнений [7, 8].

Для оптимального управления внесением удобрения: скорость изменения концентрации азота в почве связана с дозой внесения уравнением. Решая задачу с критерием, получают программу для бортового компьютера разбрасывателя.

Таким образом, математический анализ проникает во все звенья агроинженерии от физики почв до усталостной прочности. Без вычисления производных, решения дифференциальных уравнений и интегральных оценок невозможно создать энергоэффективную, надежную и экологичную технику. Примеры приложений:

- производные – для расчета скоростей процессов (сушка, фильтрация, колебания).
- интегралы – для суммарных потоков (вода, тепло, накопление усталости).
- дифференциальные уравнения – как язык моделирования динамических систем.

Список литературы

1. Быкова, М. А. Математика / М. А. Быкова, Е. В. Елтошкина, Н. И. Овчинникова. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – Москва: Издательско-книготорговый центр "Колос-с", 2023. – 226 с. – ISBN 978-5-00129-358-3. – EDN LGQDSI.
2. Гилберт, С. Дифференциальные уравнения в частных производных.
3. Голышева, С. П. Роль смешанного обучения математике студентов аграрного вуза в модели "Ротация станций" (на примере изучения дифференциальных уравнений первого порядка) / С. П. Голышева // Педагогический журнал. – 2022. – Т. 12, № 1-1. – С. 368-376. – DOI 10.34670/AR.2022.26.46.007. – EDN KADTDV.
4. Дергачев, В. И. Агроинженерная наука: основы и перспективы / В. И. Дергачев. — М.: Колос.
5. Зайцев, В. П. Теория машин и механизмов / В. П. Зайцев. — М.: Академия.
6. Косарева, А. В. Теория построения геометрических тел: учебное пособие по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике для студентов инженерного и энергетического факультетов / А. В. Косарева, А. И. Аносова. – Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, 2022. – 116 с. – EDN HQXIGN.
7. Методические аспекты оценки эффективности зерноуборочных комбайнов/ Д. Н. Раднаев, А. С. Пехутов, М. Б. Балданов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2025. – № 3(113). – С. 75-80. – EDN QVYDYJ.
8. Митрофанова, О. В. Задачи вихревой динамики в теплофизике сложных гидродинамических систем / О. В. Митрофанова // Тепловые процессы в технике. – 2021. – Т. 13, № 2. – С. 70-77. – DOI 10.34759/tpt-2021-13-2-70-77. – EDN UDJUNE.

Современная инженерия предназначена для расчёта, прогнозирования и оптимизации циклов работы в некоторой области. В эпоху цифрового моделирования и автоматизированного проектирования (CAD/CAE) разрыв между «инженером-чертежником» и «инженером-исследователем» все чаще определяется одним фактором: глубиной владения математическим аппаратом для описания всех процессов в режимах работы. Математика при этом не просто один из университетских предметов, а главный рабочий инструмент, позволяющий переносить физические эксперименты в виртуальную среду, рассчитывать прочность конструкции до ее создания и минимизировать риск аварий [1, 2, 3].

При математическом моделировании мы применяем все ключевые математические методы и приемы (от дифференциального исчисления до комплексных чисел и статистики), показывают их конкретные прикладные роли в повседневных задачах инженера любой специализации – от механика до электронщика [4, 5].

Любая конструкция (мост, схема, турбина) сначала рождается в виде идеи, затем уравнения и неравенства, затем включаем имитационное моделирование, и только после всего переводим физическую идею в цифровую модель, которую можно проверить на прочность, не подвергая модель лишним затратам [6, 7] (рисунок 1).



Рисунок 1 – Разводной мост г. Санкт-Петербурга

Дифференциальное исчисление применяется как инструмент прогнозирования. Производная позволяет мгновенно вычислять скорость износа детали, нагрев двигателя или рост нагрузки. Проектирование «на глаз», без четких расчетов приводит к возникновению аварийных ситуаций при эксплуатации.

Интегральное исчисление представляет собой методы накопления и суммирования. В инженерии это позволяет найти суммарную нагрузку на балку, общий расход жидкости по трубам или работу переменной силы. Без методов интегрирования невозможно рассчитать прочность сложной детали.

Основой компьютерного моделирования (CAD/CAE) является линейная алгебра и матричное исчисление. Любая 3D-модель в «Компасе» или SolidWorks – это тысячи матриц преобразований, позволяющая повернуть, сдвинуть, масштабировать деталь. А метод

конечных элементов (расчет на прочность) – это решение огромных систем линейных уравнений.

Методы теории вероятностей и статистики позволяют контролировать качества и надежности. Инженер никогда не работает с «абсолютно точными» деталями, он задает допуски (плюс/минус 0,05 мм). Например, с помощью статистики он определяет: сколько процентов брака даст станок и когда нужно остановить конвейер.

Комплексные числа незаменимы в электротехнике и радиотехнике. Расчет цепей переменного тока, фильтров, антенн, блок питания ведется через комплексную плоскость.

И наконец-то, моделирование любых динамических процессов происходит за счет составления дифференциальных уравнений, отвечающих на вопрос:

- Как остывает двигатель?
- Как ракета входит в атмосферу?
- Как затухают вибрации станка?

Для решения мы представляем системы уравнений, описывающие поведение систем во времени. С помощью математических методов и приемов мы решение находим, и только тогда приступаем к имитационному моделированию

Таким образом, приемы математики для инженеров представляют собой не абстрактные упражнения, а набор рецептов безопасности и эффективности при моделировании технических и экономических систем. Пропустил интеграл это значит, что неверно посчитал нагрузку и в последствии мост рухнул. Владение этими методами отделяет инженера-чертёжника от инженера-созидателя. Более углубленный уровень для тех, кто проектирует сложные системы. Рассматриваются методы построения моделей, оптимизация и численные методы.

Список литературы

1. Автомобилестроение: проектирование, конструирование, расчет и технологии ремонта и производства: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, Ижевск, 24 апреля 2020 года. – Ижевск: Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, 2020. – 130 с. – ISBN 978-5-7526-0887-2. – EDN DJQHTM.

2. Ковальский, В. Ф. Математическое моделирование колебаний груза на грузозахватном органе манипулятора мобильной машины/ В. Ф. Ковальский, И. А. Лагерева // Известия МГТУ МАМИ. – 2016. – № 2(28). – С. 13-19. – EDN WAXMMZ.

3. Многорежимная оптимизация газотурбинного наддува дизеля / П. А. Болоев, А. А. Абидуев, А. С. Пехутов, Т. В. Бодякина // Техника и оборудование для села. – 2024. – № 5(323). – С. 22-24. – DOI 10.33267/2072-9642-2024-5-22-24. – EDN NZVAEK.

4. Мяло, О. В. Современные способы диагностирования автомобилей/ О. В. Мяло, Г. Ю. Бакланов // Научное и техническое обеспечение АПК, состояние и перспективы развития : Сборник XIII Международной научно-практической конференции, Омск, 27 февраля 2025 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2025. – С. 546-550. – EDN UHPYDV.

5. Рабочие процессы регулирования дизеля / Т. В. Бодякина, П. А. Болоев, Е. В. Елтошкина, Н. О. Шелкунова // Известия Международной академии аграрного образования. – 2022. – № 59. – С. 9-16. – EDN SMGVVR.

6. Сапожников, В. В. Основы теории надежности и технической диагностики/ В. В. Сапожников, В. В. Сапожников, Д. В. Ефанов. – Санкт-Петербург: Издательство "Лань", 2019. – 588 с. – ISBN 978-5-8114-3453-4. – EDN IZBJPZ.

7. Щитов, С. В. Оптимизация энергозатрат в транспортно-технологическом обеспечении АПК/ С. В. Щитов, З. Ф. Кривуца. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2012. – 151 с. – EDN YUXRJZ.

ТЕОРИЯ «ПОЛЮСОВ РОСТА» Ф. ПЕРРУ И ЕЁ ПРИМЕНИМОСТЬ К САМООБЕСПЕЧЕНИЮ РЕГИОНОВ

Дурхеева Д.Н., Быкова М.А.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

Теория «полюсов роста», сформулированная французским экономистом Франсуа Перру в 1950-х годах, является фундаментальной концепцией пространственной экономики. Она опровергает гипотезу о равномерном экономическом росте и утверждает, что развитие всегда происходит точно — в особых точках («полюсов роста»), обладающих высокой концентрацией капитала, инноваций и ресурсов. Эти полюса, как правило, представляют собой крупные города или регионы, обладающие значительными ресурсами, инфраструктурой и инновационным потенциалом [1].

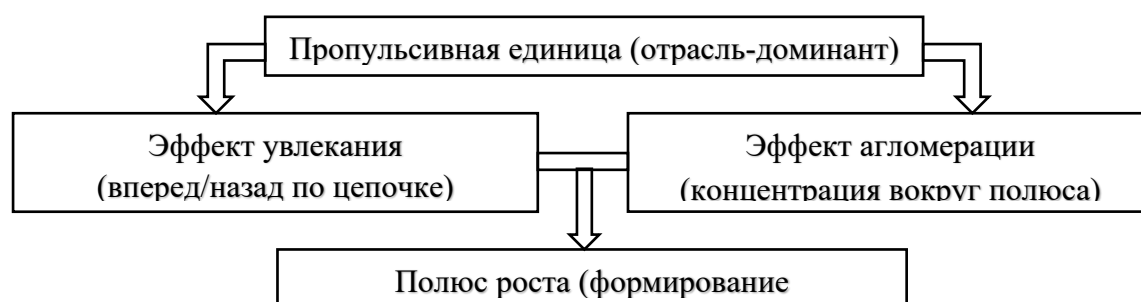


Рисунок 1 – Графическое представление теории «полюсов роста» Ф. Перру.

Самообеспечение региона — это способность территории самостоятельно удовлетворять свои потребности в товарах и услугах за счет внутренних ресурсов и производства. В условиях глобализации и интеграции экономики, вопросы самообеспечения приобретают особую актуальность, так как они напрямую влияют на экономическую безопасность и устойчивость региона [5].

С точки зрения классической теории регионального самообеспечения концепция Ф. Перру носит дуалистический (двойкий) характер. Она одновременно выступает и главным инструментом достижения автономии, и главным источником рисков зависимости.

«Полюс роста» может рассматриваться как локомотив самообеспечения, для того чтобы регион мог обеспечивать себя самостоятельно (особенно в финансовом и производственном контурах), ему необходим мощный внутренний источник («полюс роста») добавленной стоимости, который обеспечит генерацию налоговой базы на территории региона, тем самым увеличив долю налоговых поступлений в региональный бюджет, что автоматически увеличивает коэффициент финансового самообеспечения и регион становится донором. Создавая спрос на компоненты, полюс стимулирует появление местных малых и средних предприятий. Регион начинает самостоятельно производить то, что раньше ввозил извне, формируя внутренний замкнутый воспроизводственный контур.

Главный теоретический парадокс Перру применительно к самообеспечению заключается в том, что полюс роста часто работает против комплексной автономности региональной системы. Полюс роста, обладая высокой доходностью, как магнит стягивает в себя все лучшие ресурсы региона — квалифицированные кадры, финансовые инвестиции и земельные участки. Периферия региона стремительно деградирует. Также, не стоит забывать, что большинство «полюсов роста» контролируются не регионом, а крупными транснациональными корпорациями или федеральным центром (внешними игроками). В этом случае добавленная стоимость вымывается из региона, а сам «полюс» превращается в территорию, изолированную от внутренних нужд региональной экономики [2, 3].

В мировой и российской практике полюса роста (согласно теории Ф. Перру) делятся на два типа: инновационно-технологические (ориентированные на знания и высокие технологии) и индустриально-сырьевые (базирующиеся на масштабной промышленности и переработке ресурсов) [4]. Самые известные мировые «полюса роста» — это конечно же «Кремниевая долина» (США, Калифорния), города Шэньчжэнь (Китай) и Тулуза (Франция).

В России полюса роста исторически формировались государством в виде крупных ТПК (территориально-производственных комплексов), наукоградов или современных инновационных кластеров. Это Камский инновационный кластер/ Иннокам (Татарстан), Московский и Санкт-Петербургский узлы, Сабетта/ Ямал СПГ (ЯНАО), Норильский промышленный район (Красноярский край) [1].

Экономический каркас Иркутской области — это классическая иллюстрация теории полюсов роста, демонстрирующая все её сильные и слабые стороны. «Полюсами роста» в регионе являются Ангарский нефтехимический комплекс, Братский и Тайшетский алюминиевые заводы, Усть-Кутский газохимический кластер, Иркутский авиационный завод. Благодаря этим гигантам регион имеет избыточную энергетическую и финансовую прочность. Они формируют профицит бюджета и делают область независимой от федеральных дотаций. Но также эти полюса ориентированы исключительно на внешний экспорт (сырьевой и полуфабрикатный). «Эффект увлечения» внутри региона работает слабо: алюминий уходит на экспорт вместо создания локальных заводов высокотехнологичного машиностроения, а кадры стягиваются на вахты, оголяя аграрный сектор и ЖКХ малых городов [5, 6].

В контексте экономической безопасности и самообеспечения теория Ф. Перру доказывает: абсолютная изоляция (автаркия) невозможна, а эффективное самообеспечение региона строится не на попытке производить «всё понемногу», а на создании сильного локального полюса роста. Однако, чтобы этот полюс работал на автономию региона, государственное управление должно принудительно перенаправлять импульсы его развития внутрь — на поддержку региональной периферии, малого бизнеса и социальной инфраструктуры. Чтобы минимизировать риски, подход часто комбинируют с другими инструментами, например, кластерной политикой или программами выравнивания.

Самообеспечение региона является важным фактором его экономической безопасности и устойчивости. Для его повышения необходимо проводить комплексную политику, направленную на развитие инфраструктуры, привлечение инвестиций, развитие человеческого капитала и стимулирование инноваций. При этом важно учитывать риски, связанные с самообеспечением, и принимать меры по их минимизации.

Список литературы

1. Бабурин В. Л., Гутман Г. В. Теория полюсов роста и её значение для региональной экономики России. // Регион: экономика и социология. — 2005. — № 1. — С. 115–132.
2. Иванова Н. И. Полюсы роста и развитие регионов России. // Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика. — 2008. — № 3. — С. 3–18.
3. Кузьбожев Э. Н., Тинкаева О. В. Региональная экономика и управление. — М.: Юрайт, 2018. — 384 с.
4. Лаппо Г. М. Полюсы роста и региональная политика в России. // Проблемы прогнозирования. — 2009. — № 5. — С. 112–125.
5. Смирнов С. Н. Полюсы роста и самообеспечение регионов: опыт и перспективы. // Регионоведение. — 2015. — № 2. — С. 105–118.
6. Ханхаев, Г. А. Математическая модель задачи распределения средств по предприятиям / Г. А. Ханхаев, Е. В. Елтошкина, Т. В. Бодякина // Прикладные вопросы математики в экономике, технике и сельском хозяйстве : Материалы студенческой научно-практической конференции, посвященной 90-летию Иркутского ГАУ, Иркутск, 22 мая 2024 года. — п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2024. — С. 120-122. — EDN KANNYE.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ НА PYTHON ДЛЯ ФАКУЛЬТАТИВНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ИНФОРМАТИКЕ

Ёдгоров Д.Н., Бузина Т.С.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

В последние годы в школьном образовании активно развиваются факультативные курсы по программированию. Язык Python занимает лидирующие позиции как инструмент первого знакомства с алгоритмизацией благодаря читаемому синтаксису и мощным библиотекам [2]. Однако учителя информатики часто не имеют под рукой структурированного электронного ресурса, который можно использовать непосредственно на занятии без подключения к интернету или сложной регистрации. Готовые онлайн-платформы (Stepik, Codecademy) либо требуют платного доступа, либо перегружены отвлекающими элементами. Разработка собственного лёгкого электронного учебного пособия позволяет гибко адаптировать содержание под конкретную программу факультатива, а также добавлять упражнения с автопроверкой. Именно этим обусловлена актуальность представленной работы.

Целью исследования является создание полнофункционального электронного учебного пособия по основам языка Python для учащихся 8–9 классов в рамках факультативных занятий по информатике.

Для достижения цели решались следующие задачи:

- определение минимального набора тем, достаточного для начального ознакомления с языком;
- выбор инструментов для реализации адаптивного интерфейса с поддержкой примеров кода;
- проектирование навигации и системы тестовой самопроверки;
- создание работающего прототипа и его проверка в реальных условиях.

Исходя из требований простоты и независимости от сервера, была выбрана архитектура статического веб-приложения. Основу составляет один HTML-файл, стили CSS и логика на чистом JavaScript без внешних фреймворков [1, 3, 5]. Такой подход гарантирует мгновенную загрузку и возможность работы с флеш-накопителя или локальной сети.

Верстка выполнена с использованием HTML5. Для адаптивности применены CSS-медиазапросы, flexbox и grid, что обеспечивает корректное отображение на мониторах, ноутбуках и мобильных экранах. Все размеры заданы в относительных единицах.

JavaScript отвечает за динамическую смену контента: при клике по пункту меню подгружается соответствующий раздел из встроенного объекта lessons. Активный пункт подсвечивается, а его идентификатор сохраняется. При повторном открытии страницы восстанавливается последний просмотренный раздел [4]. Для подсветки синтаксиса Python подключена библиотека highlight.js версии 11.9.0 – она автоматически распознаёт блоки добавляет цветовое оформление ключевых слов.

Создано электронное пособие, включающий пять учебных разделов: «Введение в Python», «Переменные и типы данных», «Условный оператор if», «Циклы for и while», «Функции», а также отдельный раздел «Проверь себя» с интерактивным тестом. Содержание разделов опирается на рекомендации для начального курса Python [2]. Каждый теоретический блок содержит от 2 до 4 примеров кода с пояснениями.

Дополнительно реализована функция сохранения темы: если пользователь закрыл сайт на разделе «Функции», при следующем визите он автоматически откроется на этом же разделе. Боковое меню имеет визуальный индикатор активного пункта (синий фон и левая рамка).

На рисунке 1 представлен внешний вид главной страницы электронного пособия.

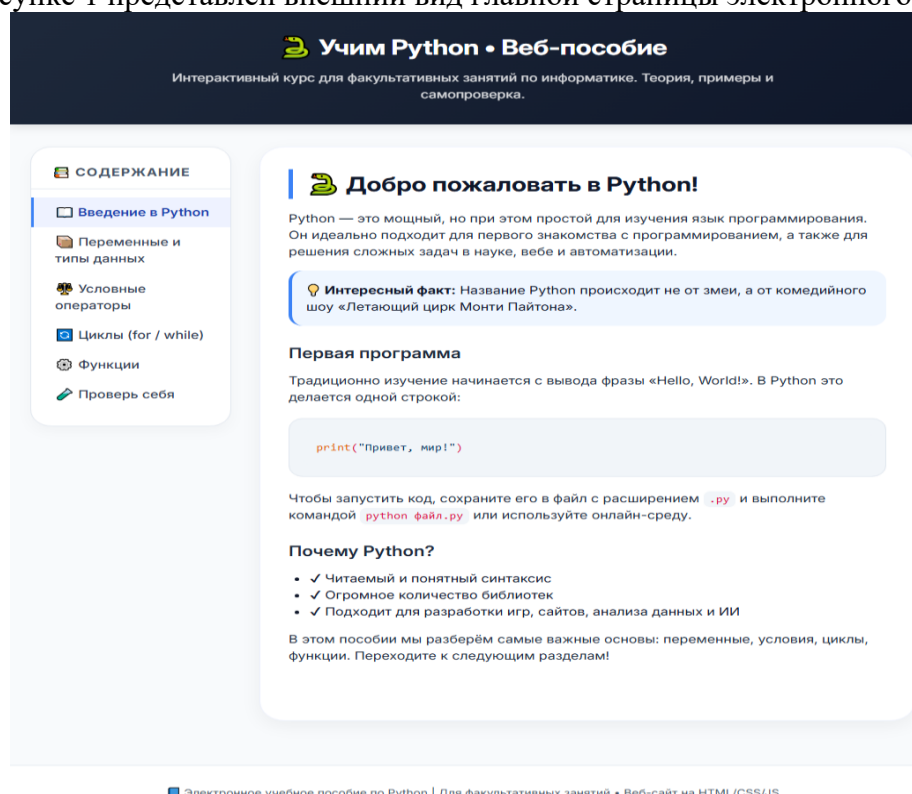


Рисунок 1 – Главная страница

Проверка осуществлялась в браузерах Chrome, Firefox, Yandex Browser, а также на устройствах с экранами 1920×1080, 1366×768, 375×667. Во всех случаях сохранялась корректная вёрстка, работа меню и тестов. Ошибок JavaScript в консоли не зафиксировано. Время загрузки страницы на скорости 10 Мбит/с происходило быстро и без проблем.

Разработанное электронное пособие представляет собой готовое к использованию электронное пособие по Python для факультативных занятий. Отличительными особенностями являются простота развёртывания (не требует сервера), наглядность примеров и наличие встроенной системы самопроверки. В дальнейшем планируется расширить тематические разделы (списки, работа с файлами) и добавить возможность выполнения кода в браузере.

Список литературы

1. Диков, А. В. Клиентские технологии веб-дизайна. HTML5 и CSS3: учебное пособие для вузов / А. В. Диков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 188 с. — ISBN 978-5-507-46740-2.
2. Зыкова, Г. В. Основы программирования на языке Python: учебно-методическое пособие / Г. В. Зыкова. — 2-е изд. — Москва: ФЛИНТА, 2020. — 135 с.
3. Сапрыкин, А. Н. Основы веб-программирования: HTML 5, CSS 3, JavaScript: учебное пособие для вузов / А. Н. Сапрыкин. — Москва: Горячая линия-Телеком, 2024. — 247 с. — ISBN 978-5-9912-1139-0.
4. Фролов, А. Б. Web-сайт. Разработка, создание, сопровождение: учебное пособие/ А. Б. Фролов, И. А. Нагаева, И. А. Кузнецов; под ред. И. А. Нагаевой. — 2-е изд. — Саратов: Вузовское образование, 2024. — 355 с. — ISBN 978-5-4487-1025-4.
5. Янцев, В. В. Разработка web-страниц на HTML, CSS и JavaScript : учебное пособие для вузов / В. В. Янцев. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 148 с. — ISBN 978-5-507-49640-2.

МАГМАТИЧЕСКИЕ ОПЕРАТОРЫ КАК ИНСТРУМЕНТ АНАЛИЗА УСТОЙЧИВОСТИ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Имамгулиева С.Р., Овчинникова Н.И.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодёжный, Иркутский р-он, Россия

Современные сетевые структуры требуют оценки устойчивости к возмущениям. Традиционные модели имеют ограничения: графы не отражают динамику с памятью порядка контактов, а группы и полугруппы требуют ассоциативности, которая в социальных взаимодействиях часто нарушается [2, 3]. Магматические операторы - алгебраические структуры типа магм, не обладающие свойствами ассоциативности и коммутативности, используются в анализе устойчивости социальных сетей для моделирования сложных, необратимых и зависящих от контекста взаимодействий между агентами. В отличие от классических графовых моделей, они позволяют учесть, что результат слияния мнений или распространения информации зависит от порядка контактов и силы влияния конкретных узлов [1, 4]. В таблице 1 приведено сравнение подходов к анализу социальных сетей.

Таблица 1 – Сравнение подходов к анализу социальных сетей

Критерий анализа	Классическая теория графов	Магматические операторы
Связи	Статические или вероятностные	Динамические, контекстно-зависимые
Порядок событий	Не учитывается (важен только сам факт связи)	Строго определяет финальное состояние
Симметрия	Часто предполагается (или моделируется направленным графом)	Полностью отсутствует на уровне оператора
Сложность систем	Линейная или квазилинейная	Высокая нелинейная динамика

Цель исследования – раскрыть математическую основу магматического оператора и продемонстрировать количественную оценку устойчивости малой группы. Название «магма» введено французской группой математиков Никола Бурбаки. Образ взят из геологии: магма — это первичная, бурлящая, несформированная масса, из которой при добавлении жестких условий (остывании) кристаллизуются более строгие структуры: полугруппы, моноиды, квазигруппы и группы. Математически магма M — это базовое непустое множество произвольной природы с заданной на нем бинарной операцией $\circ$, представляющая собой отображение вида: $M \times M \rightarrow M$. Это отображение сопоставляет каждой упорядоченной паре элементов $(a, b) \in M^2$ единственный элемент $c \in M$, обозначаемый как $c = a \circ b$. Магма свободна от ограничений, используемых в обычной арифметике. В чистой магме нет:

- ассоциативности: $(a \circ b) \in c \neq a \circ (b \circ c)$;
- коммутативности: $(a \circ b) \neq (b \circ a)$;
- нейтрального элемента (единицы/нуля), который при действии на другие оставлял бы их неизменными;
- обратных элементов: нельзя «отменить» действие и вернуться назад.

В контексте социальных сетей, свойство магмы неассоциативности означает, что порядок распространения информации критически важен. Если пользователь c узнает новость после того, как её обсудили a и b , итоговое состояние сети будет иным, чем если бы сначала договорились b и c , а затем к ним подключился a . В случае некоммутативности влияние лидера мнений a на обычного пользователя b коренным образом отличается от обратного влияния b на a [1]. Под устойчивостью социальной сети будем понимать способность структуры сохранять связность, целостность и базовые функции (передачу информации, поддержку взаимодействия) при внешних атаках, внутренних сбоях или удалении узлов. Оценка устойчивости социальной сети проводится с помощью топологического и динамического анализа.

Приведем пример анализа устойчивости малой социальной группы с помощью магматических операторов. Пусть малая группа состоит из трех агентов: A - радикал, B - центрист и C - консерватор. Их мнения измеряются по шкале от 0 до 2. Множество состояний $M = \{0, 1, 2\}$. Зададим магматический оператор влияния $\circ$ с помощью таблицы Кэли [1]. Результат операции $x \circ y$ показывает, к какому мнению приходит агент x после общения с агентом y :

$\circ$	0	1	2
0	0	0	1
1	0	1	1
2	1	2	2

Рассчитаем траектории влияния (динамику сети). Пусть начальное состояние мнений группы агентов $A=0, B=1, C=2$. Проверим устойчивость группы к разным сценариям коммуникации.

Например, рассмотрим сценарий: Радикал A и центрист B объединяются против консерватора C . Математически это вычисляется как операторная цепочка $(A \circ B) \circ C$. Распишем возможные взаимодействия: 1) взаимодействие A и B : $0 \circ 1 = 0$ (радикал переубедил центриста, мнение группы сместилось к радикальному); 2) взаимодействие результата с C : $0 \circ 2 = 1$. Итог сценария: группа пришла к умеренному мнению 1. Система стабильна, поляризации нет.

Устойчивость малой группы S в рамках магм определяется как доля траекторий, которые приводят систему к стабильному общему финалу (аттрактору), деленная на общее число возможных перестановок [1]. Для 3-х элементов существует всего 2 базовые неассоциативные структуры раскрытия скобок: $(x \circ y) \circ z$ и $x \circ (y \circ z)$. С учетом перестановок участников ($3! = 6$), всего существует 12 вариантов развития дискуссии. Например, проведем расчет для всех перестановок начальных мнений (0, 1, 2). Цепочка $(x \circ y) \circ z$: 1) $(0 \circ 1) \circ 2 = 0 \circ 2 = 1$ (консенсус); 2) $(0 \circ 2) \circ 1 = 1 \circ 1 = 1$ (консенсус); 3) $(1 \circ 0) \circ 2 = 0 \circ 2 = 1$ (консенсус); 4) $(1 \circ 2) \circ 0 = 0 \circ 1 = 0$ (раскол); 5) $(2 \circ 0) \circ 1 = 1 \circ 1 = 1$ (консенсус); 6) $(2 \circ 1) \circ 0 = 2 \circ 0 = 1$ (консенсус). Количество успешных исходов составило 10, а исходов с расколом – 2. Индекс устойчивости данной малой группы составляет $S \approx 0,833$, что означает при случайном порядке коммуникации группа с вероятностью 83,3% придет к консенсусу и сохранит целостность, и лишь в 16,7% случаев она подвергнется поляризации и расколу.

В результате, для исследования устойчивости сетей представлен новый подход, основанный на использовании магматических операторов. Дальнейшие исследования предполагают рассмотрение вероятностных моделей магм, учёт разнородности участников процессов и проверку предложенного метода на основе реальных эмпирических данных.

Список литературы

1. Басаева, Е.К. Математическое моделирование социальных процессов/ Е.К. Басаева. Е.С. Каменецкий. З.Х. Хосаева// В сборнике: Труды кафедры математического анализа СОГУ. Южный математический институт Владикавказского научного центра Российской академии наук и Правительства Республики Северная Осетия-Алания; Северо-Осетинский государственный университет им. К. Л. Хетагурова. Владикавказ, 2014. С. 65-73.
2. Kristea I., Bordbar H. (Eds.) Algebraic Structures and Graph Theory. – MDPI, 2023.https://www.academia.edu/128551173/Preface_to_the_Special_Issue_Algebraic_Structures_and_Graph_Theory.
3. Матвеев, Е.А. Сравнительный анализ модификаций алгоритма FASTSV поиска/ Е. А. Матвеев, И. Э. Вишняков., Н. С. Белова - Русский инженер. — 2024. — С. 141–142.
4. Овчинникова, Н. И. Аналитическое оценивание устойчивости функционирования сельскохозяйственных технологических систем / Н. И. Овчинникова, М. А. Быкова // Актуальные вопросы инженерно-технического и технологического обеспечения АПК: Материалы XI Национальной научно-практической конференции с международным участием, Иркутский ГАУ, 03–04 октября 2024 года. – Иркутский: Иркутский ГАУ, 2024. – С. 104-109. – EDN UTEGCR.

МАТРИЧНЫЙ АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ МЕЖДУ РЕСУРСОЗАТРАТАМИ И УРОЖАЙНОСТЬЮ В АГРАРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Калашникова К.А., Овчинникова Н.И.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

В условиях цифровизации сельского хозяйства возникает необходимость в инструментах, позволяющих анализировать взаимосвязи между затратами ресурсов и урожайностью сельскохозяйственных культур. Хорошим подспорьем в решении поставленной задачи является матричный аппарат линейной алгебры, являющийся удобным способом формализации таких взаимосвязей, с помощью которого можно количественно оценить конечный выход продукции (урожайность, объем производства зерна, молока, мяса, предельную рентабельность ресурсов и др.) в зависимости от изменения объемов вносимых ресурсов (удобрений, семян, ГСМ, труда, воды) [2,3,5]. В основе метода лежит матричное представление рассматриваемых показателей, действия над матрицами различной размерности, построение систем линейных уравнений и их решение.

Матричный метод анализа взаимосвязей в аграрном производстве обладает ключевыми преимуществами по сравнению с простым табличным или раздельным анализом факторов:

- комплексность и системность (одновременный учет всех факторов, учет взаимосвязи ресурсов);
- высокая скорость и автоматизация (матричные алгоритмы легко переносятся в код (Python, R) или стандартные формулы Excel; масштабируемость, состоящая в том, что модель малой размерности 3x3 легко расширяется до большой 100x100, анализируя сотни полей, культур и типов затрат без изменения логики расчета;
- высокая точность оптимизации;
- универсальность применения (одни и те же матрицы затрат используются как для прогнозирования физического урожая (в центнерах), так и для расчета финансовых показателей (затрат в рублях, себестоимости и прибыли)).

Цель настоящей работы - продемонстрировать применение матричного метода для анализа влияния ресурсозатрат на урожайность на примере условного агропредприятия. Введём матрицу ресурсозатрат R размерностью 3×3 , где элемент r_{ij} означает количество i -го ресурса на единицу площади j -й культуры:

$$R = \begin{pmatrix} 2,5 & 1,8 & 1,2 \\ 3,0 & 2,5 & 2,0 \\ 4,0 & 3,5 & 3,0 \end{pmatrix},$$

где строки: 1 – удобрения (ц/га), 2 – горюче-смазочные материалы (л/га), 3 – трудовые ресурсы (чел.-ч/га); столбцы: 1 – пшеница, 2 – ячмень, 3 – овёс. Матрица коэффициентов влияния K размерностью 3×1 задаёт вклад каждого ресурса в урожайность (ц/га на единицу ресурса):

$$K = \begin{pmatrix} 8 \\ 2 \\ 1,5 \end{pmatrix}.$$

Матрица-столбец коэффициентов влияния K показывает прирост урожайности (в ц/га) на единицу каждого ресурса: $k_{11} = 8$ (каждый центнер удобрений дает +8 ц/га); $k_{21} = 2$ (каждый

литр ГСМ обеспечивает +2 ц/га); $k_{31} = 1,5$ (каждый дополнительный человеко-час качественного ухода и точной настройки техники дает +1.5 ц/га)

Для расчета ожидаемой урожайности применяется прямая матричная операция — умножение матрицы затрат ресурсов R на матрицу-столбец коэффициентов влияния K , выполняемая поочередным умножением элементов строки матрицы R на соответствующие элементы столбца матрицы K и сложением результатов [1]:

$$Y = R \cdot R = \begin{pmatrix} 2,5 & 1,8 & 1,2 \\ 3,0 & 2,5 & 2,0 \\ 4,0 & 3,5 & 3,0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 8 \\ 2 \\ 1,5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2,5 \cdot 8 + 3,0 \cdot 2 + 4 \cdot 1,5 \\ 1,8 \cdot 8 + 2,5 \cdot 2 + 3,5 \cdot 1,5 \\ 1,2 \cdot 8 + 2,0 \cdot 2 + 3,0 \cdot 1,5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 32 \\ 24,65 \\ 18,1 \end{pmatrix}.$$

Из полученных результатов видно, что прогнозируемая урожайность для пшеницы составила 32 ц/га, для ячменя – 24,65 ц/га, для овса – 18.1 ц/га. Наивысшая урожайность 32 ц/га ожидается для пшеницы за счет увеличенной дозы удобрений (2,5 ц/га), которые обладают самым высоким коэффициентом влияния ($k_{11} = 8$) среди всех ресурсов. Расчетные значения урожайности согласуются со средними показателями урожайности в регионах Сибири [4, 6, 7].

Матричный анализ позволяет варьировать коэффициенты влияния (например, при внедрении новых технологий) и оперативно пересчитывать прогнозную урожайность без повторного анализа всей системы.

Предложенный матричный подход может быть использован для анализа сценариев «что-если» при изменении норм внесения удобрений или переходе на новую технику или прогрессивную технологию [2].

Список литературы

1. Бодякина, Т. В. Применение матричного метода при обучении бакалавров экономических направлений / Т. В. Бодякина, С. Е. Васильева, Е. В. Елтошкина // Российско-китайский научный журнал «Содружество». – 2016. – № 10. – С. 59-63. – EDN SXTAXT.
2. Быкова, М. А. Математика / М. А. Быкова, Е. В. Елтошкина, Н. И. Овчинникова. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – Москва: Издательско-книготорговый центр "Колос-с", 2023. – 226 с. – ISBN 978-5-00129-358-3. – EDN LGQDSI.
3. 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. – DOI 10.15293/1813-4718.2502.07. – EDN PCSWBE.
4. Дакашева, Т.М. Применение матричного метода в экономических моделях/Т.М. Дакашева, Л.И Уфимцева// Modern Science № 12-3, 2019. - С. 45-48.
5. Мясоедов, А.И. Применение математических методов в экономике: специфика, проблемы, перспективы/ А.И Мясоедов// Beneficium. - 2020. № 3 (36). С. 35-47.
6. Павлова, А.И. Анализ урожайности зерновых культур в регионах Сибири/А.И. Павлова, В.Г. Семёнов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2024. – № 3. – С. 45-52.
7. Федотов, Г. Б. Решение экономических сельскохозяйственных задач матричным методом / Г. Б. Федотов // Значение научных студенческих кружков в инновационном развитии агропромышленного комплекса региона: Сборник научных тезисов студентов, п. Молодежный, 07–08 ноября 2024 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2024. – С. 505-506. – EDN OFSQIV.

ОПРЕДЕЛЕННЫЙ ИНТЕГРАЛ КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ РАСЧЁТА ЭКОНОМИИ УДОБРЕНИЙ ПРИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМ ИХ ВНЕСЕНИИ

Калашникова К.А., Овчинникова Н.И.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

Цифровая трансформация сельского хозяйства включает внедрение систем точного земледелия, одной из которых является дифференцированное внесение удобрений. Согласно исследованиям [1], такая технология позволяет сократить расход удобрений до 28-38%. Однако для обоснования инвестиций необходим точный количественный расчёт совокупной экономии за весь период вегетации.

Цель работы – построить математическую модель, позволяющую рассчитать экономию удобрений при переходе на дифференцированное внесение с использованием определённого интеграла.

Если функция $f(t)$ описывает интенсивность расхода удобрений (кг/га в день) в момент времени t , то определённый интеграл от этой функции на интервале $[a; b]$ равен общему объёму потреблённого ресурса за вегетационный период [2]:

$$Q = \int_a^b f(t)dt.$$

Рассмотрим 30-дневный период активной вегетации культуры. При традиционной технологии суточный расход удобрений постоянен: $C = 25$ кг/га в день. Тогда общий расход за период составит:

$$Q_{\text{трад}} = CT = 25 \times 30 = 750 \text{ кг/га}.$$

При дифференцированном внесении расход удобрений варьируется: для компенсации дефицита питательных веществ в почве в первые дни доза может быть выше, а затем будет снижаться. Аппроксимируем этот процесс линейной убывающей функцией:

$$f(t) = a - bt, \text{ где } 0 \leq t \leq 30.$$

Примем начальный расход $f(0) = 30$ кг/га в день (выше базового). Согласно исследованиям [1], итоговая экономия удобрений может достигать 30% (возьмём для модели среднее значение 30 %, а не максимальные 38 %, чтобы модель была более консервативной). Тогда целевой общий расход определится:

$$Q_{\text{тз}} = Q_{\text{трад}}(1 - 0,3) = 750 \times 0,7 = 525 \text{ кг/га}.$$

Параметр b находим из уравнения:

$$\int_0^{30} (30 - bt)dt = 525.$$

Вычислим интеграл:

$$30 \times 30 - b \left(\frac{30^2}{2} \right) = 900 - 450b = 525.$$

Решим уравнение:

$$-450b = 525 - 900 = -375,$$

$$b = \frac{375}{450} = 0,833 \dots \approx 0,83.$$

Таким образом, модель расхода удобрений для дифференцированного внесения удобрений имеет вид:

$$f(t) = 30 - 0,83t, \text{ где } 0 \leq t \leq 30.$$

Общий расход удобрений при новой технологии будет равен:

$$Q_{\text{тз}} = \int_0^{30} (30 - 0,83t) dt = (30t - 0,415t^2)|_0^{30} = 900 - 373,5 = 526,5 \text{ кг/га.}$$

Погрешность составила менее 0,3% от целевого значения 525 кг/га.

Полученная экономия - $\Delta Q = 750 - 526,5 = 223,5$ кг/га, что соответствует 29,8%.

Разработанная модель демонстрирует, что определённый интеграл позволяет количественно оценить совокупную экономию удобрений за вегетационный период при переходе на технологию дифференцированного внесения их в почву. Выполненная аппроксимация расхода удобрений линейной функцией и расчёт параметра b из условия 30%-ной экономии позволили построить итоговую модель $f(t) = 30 - 0,83t$.

Предложенный подход может быть адаптирован для расчета площадей неправильной формы (например, полей возле рек), объемов сыпучих материалов в бункерах, расхода топлива техникой, а также при проектировании гидротехнических сооружений [3-7].

Список литературы

1. Байчорова, Д.Н. Экономическая эффективность применения точного земледелия с использованием высокотехнологичной сельскохозяйственной техники/Д.Н. Байчорова, Е.В. Селина, Н.Н. Лытнев // Экономические исследования. – 2023. – № 4. – С. 80-83.
2. 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. – EDN OLPSWW.
3. Быкова, М. А. Математика / М. А. Быкова, Е. В. Елтошкина, Н. И. Овчинникова. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – Москва: Издательско-книготорговый центр "Колос-с", 2023. – 226 с. – ISBN 978-5-00129-358-3. – EDN LGQDSI.
4. 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. – DOI 10.15293/1813-4718.2502.07. – EDN PCSWBE.
5. Калашникова, К.А. Применение определенного интеграла для оценки экономической эффективности агротехнологий/ К.А. Калашникова. Н.И. Овчинникова// Сборник тезисов очно-заочной научно-практической конференции, посвященной Дню российской науки «Аграрная наука в инновационном развитии агропромышленного комплекса Иркутской области» - Иркутск, 06.02. 2026.- С.232-233.
6. Таюков, А.А. Приложения определенных интегралов в сельском хозяйстве/ А.А. Таюков// В сборнике: Студенческая наука - первый шаг к цифровизации сельского хозяйства. Материалы V Всероссийской студенческой научно-практической конференции. В 2-х частях. Чебоксары, 2025. С. 177-181
7. Трофимец Г.О., Азиева З.И. Цифровизация в сфере АПК: вызовы и перспективы // Прикладные экономические исследования. – 2025. – № 3. – С. 202-204.

**РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ДЛЯ УЧЁТА ПРОДАЖ И РАСЧЁТА
ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ РАБОТНИКОВ АВТОМОЙКИ****Коваленко Г.С., Бузина Т.С.**

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

Небольшие автомойки ежедневно обслуживают значительное число автомобилей, и поток заказов требует учёта оказанных услуг, сотрудников-исполнителей и выручки. На многих предприятиях такого типа учёт ведётся вручную, в бумажных журналах, а заработная плата рассчитывается по итогам дня без специальных программных средств. Это приводит к временным затратам, ошибкам при расчётах с сотрудниками и затрудняет получение оперативной отчётности [1]. Развитие цифровых технологий в сфере экономики делает автоматизацию подобных процессов одним из ключевых направлений повышения эффективности предприятий [2]. Особенность задачи состоит в том, что оплата мойщиков начисляется за каждую плановую минуту выполнения услуги, поэтому точность учёта времени напрямую влияет на корректность выплат.

Целью работы является разработка на платформе «1С: Предприятие 8.3» конфигурации для учёта продаж услуг и автоматизации расчёта заработной платы сотрудников автомойки [3]. Система должна обеспечивать ведение справочников клиентов, сотрудников и услуг с указанием планового времени выполнения, регистрацию продажи услуг с указанием исполнителя и суммарного времени, расчёт заработной платы по фиксированной ставке за минуту, а также формирование отчётов о доходе и о результативности сотрудников. Платформа «1С: Предприятие 8.3» выбрана как распространённое средство разработки прикладных решений, успешно применяемое для автоматизации учёта в различных предметных областях [4].

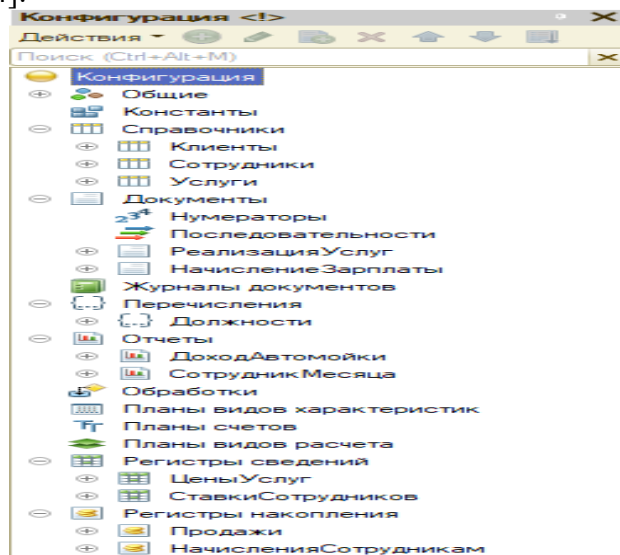


Рисунок 1 - Объекты конфигурации

Конфигурация разработана в режиме конфигуратора. Созданы справочники «Клиенты», «Сотрудники» и «Услуги», а также перечисление «Должности» для выбора должности из фиксированного списка. У каждой услуги задаётся плановое время выполнения в минутах, которое используется при расчёте суммарного времени продажи и при начислении заработной платы. Хозяйственные операции отражаются документами «Реализация услуг» и «Начисление зарплаты»: первый фиксирует продажу с автоматическим расчётом суммы и времени, второй собирает данные за день и рассчитывает выплаты сотрудникам (рис. 1).

Итоговые данные накапливаются в регистрах накопления «Продажи» и «Начисления сотрудникам». Цены услуг и ставки сотрудников вынесены в регистры сведений «Цены услуг»

и «Ставки сотрудников», что позволяет хранить историю их значений и применять при проведении документа цену и ставку, действовавшие на дату продажи. Сумма к начислению рассчитывается как произведение планового времени услуги на ставку за минуту. Для анализа деятельности разработаны два отчёта на основе системы компоновки данных: «Доход автомойки» отражает выручку за выбранный период, а «Сотрудник месяца» определяет работника, оказавшего услуг на наибольшее суммарное время [3, 4] (рис. 2).

Доход автомойки

Сформировать | Выбрать вариант... | Настройки...

Начало периода: ☒ 01.04.2026 0:00:00

Параметры: Начало периода: 01.04.2026 0:00:00
Конец периода: 31.05.2026 0:00:00

Услуга	Клиент	Количество	Время выполнения	Сумма
Озонирование салона	Олегович Игорь	1	30	1 500,00
Баранов Алексей Янович	Коваленко Глеб Сергеевич	1	30	1 500,00
Мойка днища	Баранов Алексей Янович	2	40	1 000,00
Баранов Алексей Янович	Коваленко Глеб Сергеевич	1	20	500,00
Баранов Алексей Янович	Лебедев Константин Игоревич	1	20	500,00
Поліровка фар	Баранов Алексей Янович	1	30	1 000,00
Комплексная мойка (кузов + диски)	Коваленко Глеб Сергеевич	1	30	1 000,00
Смирнов Николай Олегович	Лебедев Константин Игоревич	1	30	700,00
Олегович Игорь	Игорев	1	30	700,00
Итого		7	670	25 700,00

Сотрудник месяца

Сформировать | Выбрать вариант... | Настройки...

Начало периода: ☒

Параметры: Начало периода:
Конец периода:

Сотрудник	Суммарное время	Количество услуг	Выручка
Должность			
Баранов Алексей Янович	460	5	18 500,00
Мойщик	460	5	18 500,00
Смирнов Николай Олегович	210	2	7 200,00
Старший мойщик	210	2	7 200,00
Итого	670	7	25 700,00

Рисунок 2 - Отчёты системы

Тестирование на контрольных примерах подтвердило работоспособность системы: продажа услуг корректно регистрируется, заработная плата рассчитывается по плановому времени, отчёты формируются верно. Применение конфигурации позволяет сократить количество ручных операций, минимизировать ошибки при расчётах с сотрудниками и повысить оперативность отчётности. По сравнению с типовыми отраслевыми решениями предложенная конфигурация проще, дешевле и точнее адаптирована к специфике небольшой автомойки. В дальнейшем возможно расширение функциональности: учёт взаиморасчётов с клиентами, разработка печатных форм документов и внедрение системы скидок.

Список литературы

1. Габеев, А. П. Реализация прикладных задач в системе «1С: Предприятие 8.3» / А. П. Габеев, Д. И. Гончаров. Москва: 1С-Паблишинг, 2016. 330 с.
2. Чепрасов, А. М. Цифровые технологии и автоматизация в сфере экономики / А. М. Чепрасов, Т. В. Бодякина // Цифровизация в системе образования: теоретические и прикладные аспекты: сборник тезисов региональной научно-практической конференции, Иркутск, 27 сентября 2023 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2023. – С. 41-43. – EDN ZZRNVWQ.
3. Радченко, М. Г. 1С: Предприятие 8.3. Практическое пособие разработчика / М. Г. Радченко, Е. Ю. Хрусталёва. Москва: 1С-Паблишинг, 2022. 964 с.
4. Бузина, Т. С. Разработка структуры и реализация макета портфолио сотрудника в Иркутском ГАУ с использованием средств автоматизации системы «1С:Университет ПРОФ» / Т. С. Бузина, И. И. Рязанцев, Н. И. Федурин // Новые информационные технологии в образовании : Сборник научных трудов 13-й международной научно-практической конференции, Москва, 31 января – 01 2023 года. Том Часть 2. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "1С-Паблишинг", 2023. – С. 87-89. – EDN PGPNFB.

**ОЦЕНКИ ПЛАСТИЧНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР С
ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА****Котляров В.Е., Бендик Н.В.**

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

Использование программных продуктов в сельском хозяйстве становится всё более актуальным и стратегически важным направлением. В 2026 году в России и мире цифровизация агропромышленного комплекса (АПК) рассматривается как ключевой фактор повышения эффективности, конкурентоспособности и устойчивости отрасли [1,3,5,7].

Кроме того, немалую роль в производстве сельскохозяйственной продукции играет пластичность сельскохозяйственных культур, как ключевой фактор успешного посева и получения стабильных урожаев. Она позволяет растениям эффективно реагировать на изменяющиеся условия среды, снижать риски, связанные с погодными и почвенными стрессами, и рационально использовать ресурсы поля. Для сельскохозяйственных товаропроизводителей это означает большую гибкость в выборе сроков и способов посева, а также повышение общей устойчивости агросистем [4,6].

Высадка и посев сельскохозяйственных культур в Иркутской области — это масштабная, стратегически важная и технологически сложная кампания, которая определяет продовольственную безопасность региона. Процесс имеет ярко выраженную сезонность и напрямую зависит от суровых климатических условий Прибайкалья. Поэтому важным является разработка программного продукта, который позволит агрономам эффективно подбирать сельскохозяйственные культуры и сорта для высадки в поле.

Целью данной работы является разработка программного продукта для оценки пластичности сельскохозяйственной культуры применительно к Иркутской области [2].

Для реализации программного продукта применены: СУБД PostgreSQL, онлайн-сервис Figma, фреймворк Django и для реализации динамических страниц используется фреймворк Vue.js.

Главное окно программного продукта представлено на рисунке 1. С помощью системы существует возможность определять пластичность сельскохозяйственных культур региона, а также нормы высева семян.

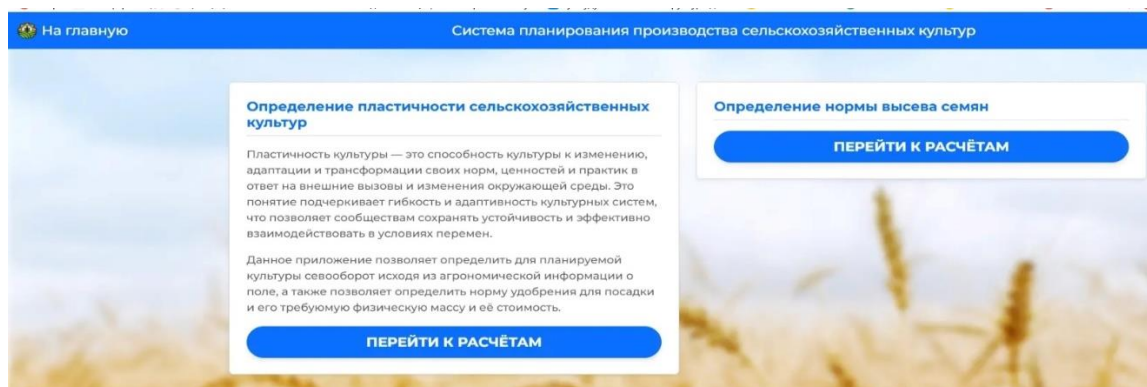


Рисунок 1 - Главное окно программного продукта

При переходе к расчетам необходимо указать параметры, такие как: планируемая культура, Ph, крутизна и экспозиция склона, механический состав почвы и другие (рис.2).

Рисунок 2 – Выбор характеристик при определении

Таким образом, программный продукт для оценки пластичности сельскохозяйственных культур является необходимым инструментом для сельскохозяйственных товаропроизводителей, позволяющий оптимизировать выбор сельскохозяйственных культур с учётом особенностей региона.

Список литературы

1. Асалханов П. Г. Применение технологий искусственного интеллекта для планирования и прогнозирования производства растениеводческой продукции / П. Г. Асалханов, Н. В. Бендик // Комплексное развитие территорий в условиях цифровой трансформации : Материалы международной научно-практической конференции, посвящённой 60-летию института экономики, управления и прикладной информатики, Иркутск, 13–14 марта 2025 года. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2025. – С. 101-107. – EDN VSYKNZ.
2. Бендик Н.В. О разработке информационной системы определения пластичной сельскохозяйственной культуры для посева на территории Иркутской области / Н. В. Бендик, В. Е. Котляров // 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 высшего профессионального образования РФ Ярослава Михайловича Иваньо, Молодежный, 30 октября 2025 года. – Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, 2025. – С. 65-71. – EDN TVVFEG.
3. Иваньо Я. М. О многоэтапных моделях оптимизации структуры посевов / Я. М. Иваньо, М. Н. Полковская // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2014. – № 1. – С. 121-125. – EDN RWCZET.
4. Мельников С. П. Сельскохозяйственная экология: учебное пособие / С. П. Мельников, А. Н. Базыкина. — Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2023.
5. Мониторинг данных об аграрном производстве для моделирования управленческих решений / Н. В. Бендик, 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. – EDN LJMXXA.
6. Солодун В. И. Агроландшафтное районирование Иркутской области: Учебно-методическое пособие. – Иркутск: Изд-во Ир ГАУ им. А. А. Ежевского, 2017. – 215 с.
7. Asalkhanov P. G. Some Aspects of Digital Transformation of Agriculture in the Irkutsk Region / P. G. Asalkhanov, N. V. Bendik, N. I. Fedurina // Smart Innovation, Systems and Technologies. – 2022. – Vol. 272. – P. 643-649. – DOI 10.1007/978-981-16-8759-4_67. – EDN USHBIN.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

Математические методы в сельском хозяйстве необходимы для решения задач производственного характера, направленные на оптимизацию, прогнозирование и планирование ресурсов производства, а также получения максимальной прибыли [1, 2].

Математические методы имеют широкое применение в решении различных профессиональных задач [5]. Так, в аграрном производстве к таким задачам относятся: оптимизация использования ресурсов; расчёт оптимальной структуры посевных площадей, учитывая почвенно-климатические условия и рыночную конъюнктуру; оптимизация кормового рациона животных и плана производства кормов, к примеру, снижение себестоимости животноводческой продукции на 10 % и более; рационализация распределения трудовых и материальных ресурсов; минимизация затрат на горюче-смазочные материалы (ГСМ), удобрения и т. д.

Математическое моделирование аграрного производства основано на применении математических моделей, среди которых можно выделить: эконометрические, позволяющие анализировать статистические данные; оптимизационные (линейное, нелинейное программирование) – для поиска максимальных (минимальных) значений исследуемого параметра (показателя) при ограниченных ресурсах; маркетинговые, служащие для оценки конкурентных преимуществ в рыночной стратегии и др.

Для примера: расчёт урожая зерна или другой растительной продукции производится по формуле:

$$Y = \frac{100Y_{\text{биол}}}{(100 - C)a}, \quad (1)$$

где Y – урожай зерна или другой сельскохозяйственной продукции при стандартной влажности, ц/га; $Y_{\text{биол}}$ – урожай сухой биомассы; C – стандартная влажность по ГОСТу, % (табл. 1); a – сумма частей в соотношении основной продукции и побочной в общем урожае биомассы [3, 4].

Таблица 1 – Стандартная влажность сельскохозяйственной культуры при хранении по ГОСТу

№ п/п	ГОСТ	Сельскохозяйственная культура	Стандартная влажность, %
1	ГОСТ Р 52325-2005	Зерновые культуры (пшеница, рожь, ячмень, овес)	13-14
2	ГОСТ Р 55452-2013	многолетняя трава на сено	15-17
3	ГОСТ 56912-2016	многолетняя трава на зеленую массу	75
4	ГОСТ 27978-88	зеленая масса кукурузы	70
5	ГОСТ 28736-90	корнеплоды, свёкла кормовая	80-90

Моделирование урожайности культур в зависимости от погодных условий, норм внесения удобрений, севооборота; прогнозирование динамики цен на сельхозпродукцию и сырьё; оценивание рисков, связанных с погодными аномалиями, колебаниями рынка, болезнями растений и животных. Математические модели помогают при планировании оборота стада для максимальной рентабельности: учитывать рождаемость, смертность, сроки откорма, цены на мясо и корма.

Модель линейного программирования помогает в оптимизации структурных элементов посева, а именно, определять пропорциональное соотношение выращиваемых культур для максимальной прибыли при заданных ограничениях на площадь, удобрения, технику. Более подробно о моделях можно посмотреть в работе [2].

Простейшая регрессионная модель прогноза урожайности, характеризующая связь между урожайностью и множественным фактором влияния (данные о погоде, влажность почвы, нормы удобрений и т.п.), дающая прогноз урожайности за несколько месяцев до сбора, представляет собой функцию многих переменных:

$$F(x_1, x_2, \dots, x_n) = \alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \dots + \alpha_n x_n, \quad (2)$$

где функция F – целевая функция модели; $x_i, i = \overline{1, n}$.

Таким образом, математические методы в сельском хозяйстве существенно повышают эффективность аграрного производства за счёт оптимизации ресурсов, прогнозирования и обоснованного принятия управленческих решений. Их внедрение является необходимым условием для принятия научно обоснованных решений, повышения урожайности и рентабельности производства, снижения издержек – во избежание рисков, которые могут возникнуть в данном деле, а также для обеспечения продовольственной безопасности в условиях социально-экономических преобразования в современных условиях.

Список литературы

1. Голышева С. П. Применение математического моделирования в профессионально ориентированном обучении математике студентов в аграрном вузе / С. П. Голышева // Педагогический журнал. – 2020. – Т. 10, № 4-1. – С. 289-300. – DOI 10.34670/AR.2020.74.72.091. – EDN UGPNQA.
2. 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. – EDN HZZQIJ.
3. Иваньо Я.М. О трех моделях линейного программирования применительно к производству аграрной продукции / Я.М. Иваньо, И.А. Ковадло, Н.И. Федурин // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2023. – № 3 (31). – С.124-135.
4. Программирование модели сельскохозяйственных культур. [Электронный ресурс].– Режим доступа: <https://www.cawater-info.net/bk/3-2-4-1.htm#pril>.
5. Ханхаев, Г. А. Математическая модель задачи распределения средств по предприятиям / Г. А. Ханхаев, Е. В. Елтошкина, Т. В. Бодякина // Прикладные вопросы математики в экономике, технике и сельском хозяйстве : Материалы студенческой научно-практической конференции, посвященной 90-летию Иркутского ГАУ, Иркутск, 22 мая 2024 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2024. – С. 120-122. – EDN KANNYE.

О ЗАДАЧАХ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Лапиков В.В., Бодякина Т.В.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

Задачи оптимального планирования, связанные с отысканием оптимума заданной целевой функции в линейном виде при наличии ограничений в виде линейных уравнений или линейных неравенств, относятся к задачам линейного программирования [1, 2].

Под линейным программированием понимается направление математического программирования, изучающее методы решения экстремальных задач, которые характеризуются линейной зависимостью между переменными и линейным критерием.

Необходимым условием постановки задачи линейного программирования являются ограничения на наличие ресурсов, величину спроса, производственную мощность предприятия и другие производственные факторы [3, 4].

Сущность линейного программирования состоит в нахождении точек наибольшего или наименьшего значения некоторой функции при определенном наборе ограничений, налагаемых на аргументы и образующих систему ограничений, которая имеет, как правило, бесконечное множество решений. Каждая совокупность значений переменных (аргументов функции F), которые удовлетворяют системе ограничений, называется допустимым планом задачи линейного программирования. Функция F , максимум или минимум которой определяется, называется целевой функцией задачи. Допустимый план, на котором достигается максимум или минимум функции F , называется оптимальным планом задачи [5].

Задача оптимизации. По своей сущности задача оптимизации – это математическая модель определённого процесса производства продукции, его распределении, хранении, переработки, транспортирования, покупки или продажи и т.д. Это обычная математическая задача типа: дано /найти/ при условии, но которая имеет множество возможных решений [7].

Таким образом, задача оптимизации представляет собой задачу выбора из множества вариантов наилучшего, оптимального [3, 6].

Задача 1. С бетонного завода поставляют раствор бетона для строительства птицефермы машинами с миксерами вместительностью по 4 и 8 кубов. За один час ферма может принять не более 6 машин, при этом не более 4 машин по 4 куба и не более 2 машин по 8 кубов. Сколько машин по 4 и 8 кубов нужно отправлять с бетонного завода на птицеферму за 1 час, чтобы перевезти наибольшее количество бетона?

Пусть за один час отправляется x машин по 4 куба и y машин по 8 кубов. По условию задачи получим систему неравенств:

$$\begin{cases} x \geq 0, \\ y \geq 0, \\ x \leq 4, \\ y \leq 2, \\ x + y \leq 6. \end{cases}$$

Всего за один час перевозится $4x + 2y$ кубов бетона. Задача свелась к нахождению наибольшего значения линейной функции: $S(x) = 4x + 2y$ в области, заданной системой неравенств. Множеством решений данной системы является многоугольник F , построенный по данной системе неравенств и направляющего вектора. Среди всех точек многоугольника F функция $S(x) = 4x + 2y$ принимает наибольшее значение в вершине многоугольника $(4; 2)$. Это значение равно $S(4; 2) = 4 \cdot 2 + 2 \cdot 2 = 20$. Ответ: 4 машины по 4 куба и 2 машины по 8 кубов бетона.

Задача 2. С полей ОАО «Белореченское» и ООО «Иркутские семена» на склады ОАО «Завод «Нива» нужно привести капусту. ОАО «Белореченское» всю капусту может погрузить на 60 машин, а ООО «Иркутские семена» на 80 машин. Склады ОАО «Завод «Нива» могут

принять: склад №1 – 40 машин, склад №2 – 60 машин, склад №3 – 50 машин. Количество бензина (в литрах), которое расходует одна машина на пробег с полей до склада, задаётся таблицей.

	Склад № 1	Склад № 2	Склад № 3
Белореченское	7	5	6
Иркутские семена	5	4	5

Требуется составить план перевозок капусты, при котором общий расход бензина будет наименьшим.

Исходя, из выше сказанного можно сделать следующий вывод, что математические методы имеют большую степень универсальности. Основой этой универсальности является язык математики. Если исследователи к проблеме подходят совершенно по-разному, видят разные ее особенности, и не могут связать их воедино, то перевод проблемы на математический язык сразу выявляет общие закономерности, и даже может дать практически готовое решение, полученное ранее в другой отрасли знаний и для других целей.

Список литературы

1. Баранова, Е. М. Теория оптимизации составления задачи линейного программирования при поиске оптимального решения загрузки оборудования / Е. М. Баранова // Математические методы и информационно-технические средства : Материалы XVIII Международной научно-практической конференции, Краснодар, 17 июня 2022 года / Редколлегия: И.Н. Старостенко, Е.В. Михайленко, А.В. Еськов [и др.]. – Краснодар: Федеральное государственное казенное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Краснодарский университет Министерства внутренних дел Российской Федерации", 2022. – С. 24-27. – EDN UVEUTD.

2. 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. – EDN OLPSWW.

3. Аркабаев, Н. К. Применение моделей линейного программирования для решения задачи минимизации транспортных затрат / Н. К. Аркабаев, Д. Пакал Уулу // Известия ВУЗов Кыргызстана. – 2024. – № 1. – С. 19-24. – DOI 10.26104/IVK.2024.59.71.005. – EDN LHCVOL.

4. Козлов, В. В. Задача расчета оптимального состава машинно-тракторного парка / В. В. Козлов, Е. В. Елтошкина // Прикладные вопросы математики в экономике, технике и сельском хозяйстве : Материалы студенческой научно-практической конференции, посвященной 90-летию Иркутского ГАУ, Иркутск, 22 мая 2024 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2024. – С. 47-49. – EDN OTVTWE

5. Чепрасов, А. М. Цифровые технологии и автоматизация в сфере экономики / А. М. Чепрасов, Т. В. Бодякина // Цифровизация в системе образования: теоретические и прикладные аспекты: сборник тезисов региональной научно-практической конференции, Иркутск, 27 сентября 2023 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2023. – С. 41-43. – EDN ZZRVWQ.

6. Шуханов, С. Н. Оптимизация технологических процессов при почвообработке и посеве зерновых культур / С. Н. Шуханов // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 11. – С. 59-62. – EDN XBDCMN.

7. Яковис, Л. М. Применение линейного программирования для робастной стабилизации многосвязных объектов управления / Л. М. Яковис, П. Я. Стронгин // Математические методы в технологиях и технике. – 2022. – № 2. – С. 7-10. – DOI 10.52348/2712-8873_MMTT_2022_2_07. – EDN KCSYGG.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

В машиностроении встречаются достаточно в большом объеме задачи экономического характера при технологическом производстве. При решении такого рода задач применяются методы решения транспортной задачи, но не имеющие отношения к транспортировке грузов. В этом случае величины тарифов c_{ij} имеют различный смысл в зависимости от конкретной задачи экономического характера [1, 2].

Первый вид таких задач заключается в закреплении за станками операций по обработке деталей. В них величина тарифов c_{ij} является производительностью каждого станка при обработке каждого вида деталей. Задача позволяет определить, сколько времени и на какой операции нужно использовать каждый из станков, чтобы обработать максимальное количество деталей. В данном случае значения c_{ij} берутся с отрицательным знаком. В таких задачах имеется m механизмов, которые могут выполнять n различных работ с производительностью c_{ij} . Определяется какой механизм и на какую работу надо назначить, чтобы добиться максимальной производительности. Встречаются типы задач, такие как задачи о сокращении производства с учетом суммарных расходов на изготовление и транспортировку продукции; увеличение производительности автомобильного транспорта за счет минимизации порожнего пробега [3, 4].

Рассмотрим задачу. На предприятии имеется три группы станков, каждая из которых может выполнять пять операций по обработке деталей. Максимальное время работы каждой группы станков равно 100, 250 и 180 ч. соответственно. Время выполнения каждой операции составляет 100, 120, 70, 110 и 130 ч. соответственно. Определить, сколько времени и на какой операции нужно использовать каждую группу станков, чтобы обработать максимальное количество деталей. Производительности каждой группы станков на каждой операции заданы матрицей

$$\begin{pmatrix} 3 & 5 & 11 & 10 & 5 \\ 5 & 10 & 15 & 3 & 2 \\ 4 & 8 & 6 & 12 & 10 \end{pmatrix}.$$

Для решения задачи воспользуемся алгоритмом решения закрытой транспортной задачи, при этом под тарифом будем понимать производительность станков по операциям.

Задача является закрытой, так как $100+250+180=100+120+70$.

В нашей задаче требуется найти максимум, а согласно классической транспортной задачи находится минимум, поэтому тарифы умножим на (-1) . Затем методом минимального тарифа составляем таблицу 1 исходного опорного решения.

Таблица 1 – Исходное опорное решение

	b_j	1	2	3	4	5	u_i
a_i		100	120	70	110	130	
1	100	-3 40	-5	-11	-10	-5 60	0
2	250	-5 60	-10 120	-15 70	-3	-2	-2
3	180	-4	-8	-6	-12 110	-10 70	-5
	v_j	-3	-8	-13	-7	-5	

Теперь найдем потенциалы свободных клеток:

$$\Delta_{12} = 0 + (-8) - (-5) = -3,$$

$$\Delta_{25} = -2 + (-5) - (-2) = -5,$$

$$\begin{aligned}\Delta_{13} &= 0 + (-13) - (-11) = -2, & \Delta_{31} &= -5 + (-3) - (-4) = -4, \\ \Delta_{14} &= 0 + (-7) - (-10) = 3 > 0, & \Delta_{32} &= -5 + (-8) - (-8) = -5, \\ \Delta_{24} &= -2 + (-7) - (-3) = -6, & \Delta_{33} &= -5 + (-13) - (-6) = -12.\end{aligned}$$

Составим новое опорное решение (таблица 2), перераспределим грузы в цикле с ячейкой 14:

Таблица 2 – Новое опорное решение

	b_j	1	2	3	4	5	u_i
a_i		100	120	70	110	130	
1	100	-3 40	-5	-11	-10 60	-5	0
2	250	-5 60	-10 120	-15 70	-3	-2	-2
3	180	-4	-8	-6	-12 50	-10 130	-2
v_j		-3	-8	-13	-10	-8	

В свободных клетках все Δ_{ij} отрицательные.

Таким образом, мы получили оптимальную матрицу распределения:

$$X_{\text{опт}} = \begin{pmatrix} 40 & 0 & 0 & 60 & 0 \\ 60 & 120 & 70 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 50 & 130 \end{pmatrix}.$$

При этом максимальное число обработанных деталей составит 5170 шт.

В заключении сделаем вывод о том, что мы видим широкий спектр применения математических методов в моделировании не только систем, но и процессов.

Список литературы

1. Бахтин, А. Е. Математическое моделирование взаимодействия между предприятиями при оптимизации производства / А. Е. Бахтин, Ю. Н. Владимиров // Управление инновационной деятельностью экономических систем (ИНПРОМ-2014): Труды международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 02–07 июня 2014 года / Под редакцией А.В. Бабкина. – Санкт-Петербург: ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2014. – С. 343-352. – EDN SZIPBR.
2. Жернаков, Н. Е. Использование математического аппарата в процессе определение работоспособности технических систем / Н. Е. Жернаков, К. А. Туги, Е. В. Елтошкина // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК : материалы всероссийской студенческой научно-практической конференции в IV томах, Иркутск, 17–18 февраля 2022 года. Том IV. – п. Молодежный: Иркутский ГАУ, 2022. – С. 59-67. – EDN GWQCSS.
3. Камышова, Г. Н. Экономико-математические методы и модели в прикладных задачах: Учебное пособие / Г. Н. Камышова, Н. Н. Терехова, И. Ю. Каневская. – Саратов: ООО "Центр социальных агроинноваций СГАУ", 2018. – 141 с. – ISBN 978-5-906689-82-5. – EDN XKBIVT.
4. Овчинникова, Н. И. Применение теории марковских процессов к вероятностной оценке сельскохозяйственных технологических систем / Н. И. Овчинникова, М. А. Быкова // 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 высшего профессионального образования РФ Я. М. Иванько, Молодежный, 30 октября 2025 года. – Молодежный: Иркутский ГАУ, 2025. – С. 132-137. – EDN XIGLYN.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

Для функционального моделирования основным является организационный процесс и нормативно-техническая документация. Эти сведения взяты за основу построения контекстной диаграммы и её декомпозиции [1, 2].

В контекстной диаграмме они представлены тремя субъектами: автор (инициирует подачу материалов), директор библиотеки (проводит первичную проверку) и ЭИОС ИрГАУ. Таким образом, контекстная диаграмма чётко определяет, что входит в систему, а что остаётся за её пределами, и служит основой для последующей декомпозиции.

Для детального раскрытия содержания процесса контекстная диаграмма была декомпозирована на четырех функциональных блоках, каждый из которых соответствует отдельному этапу обработки заявки [3, 4, 5]. Результат декомпозиции показан на рисунке 1 – диаграмма «Процесс подачи заявки на публикацию УМЛ». При декомпозиции сохраняются все граничные потоки: входные данные от автора поступают на первый блок, а выходные уведомления и протоколы формируются на разных этапах. Управление (нормативные документы) действует на все блоки одинаково. Механизмы распределены по блокам в соответствии с их зоной ответственности [6].

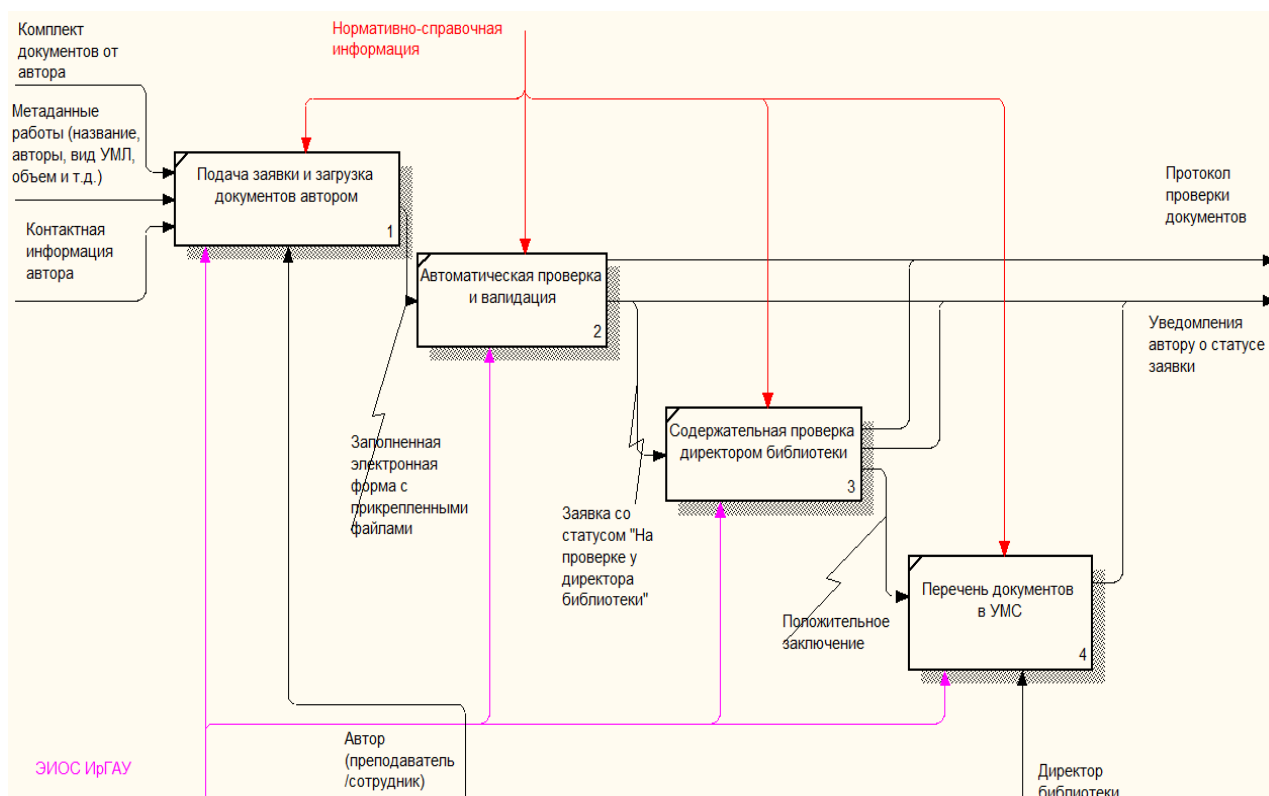


Рисунок 1 – Декомпозиция контекстной диаграммы

Первый блок – «Подача заявки и загрузка документов автором». На этом этапе автор через интерфейс будущего модуля заполняет электронную форму, внося метаданные и

контактную информацию. Результатом работы блока является заполненная электронная форма с прикрепленными файлами, которая передается на следующий этап.

Второй блок – «Автоматическая проверка и обработка». Этот блок полностью реализуется программными средствами модуля без участия человека. В случае успешной проверки формируется протокол проверки документов (в электронном виде), заявке присваивается статус «На проверке у директора библиотеки», и данные передаются в третий блок.

Третий блок – «Содержательная проверка директором библиотеки». Директор библиотеки получает доступ к заявке, прошедшей автоматическую обработку. По результатам проверки директор библиотеки принимает одно из решений: одобрить заявку для передачи в учебно-методический совет (УМС), отправить автору на доработку или отклонить с мотивированным отказом. В случае положительного решения формируется пакет документов для передачи в УМС.

Четвёртый блок – «Формирование перечня документов для УМС». На заключительном этапе автоматически генерируется итоговый перечень документов, который включается в повестку заседания учебно-методического совета. Автор при этом получает уведомление о том, что его заявка передана в УМС для принятия окончательного решения о публикации.

Таким образом, составленная диаграмма декомпозиции показывает чёткую последовательность шагов, точки контроля и потоки данных между этапами.

Контекстная диаграмма определяет границы процесса, его входы, выходы, управляющие воздействия и механизмы. Декомпозиция первого уровня детализирует процесс на четыре последовательных блока: подача заявки, автоматическая обработка, содержательная проверка директором библиотеки и формирование перечня для УМС. Предложенная модель полностью формализует требования к разрабатываемому модулю ЭИОС, позволяет оптимизировать взаимодействие участников и повысить прозрачность обработки заявок.

Список литературы

1. Асалханов, П. Г. Цифровые технологии в проекте "Инновационный учебно-производственный участок "Молодежное" / П. Г. Асалханов, Н. В. Бендик // Актуальные вопросы аграрной науки. – 2019. – № 33. – С. 32-40. – EDN SKPJEU.
2. Вендров, А. М. Проектирование программного обеспечения: учебное пособие / А. М. Вендров. – Москва: Финансы и статистика, 2019. – 400 с. – ISBN 978-5-279-03559-5.
3. 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. – DOI 10.15293/1813-4718.2502.07. – EDN PCSWBE.
4. Елтошкина, Е. В. Основные методы организации СРС по математике в аграрном вузе по ФГОС3++ / Е. В. Елтошкина, Е. Н. Булгатова, Е. Б. Павлова // Формирование компетенций в условиях современных потребностей рынка труда : Сборник статей международной научно-методической конференции, Улан-Удэ, 18–19 марта 2020 года. Том Выпуск 27. – Улан-Удэ: Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, 2020. – С. 462-470. – EDN HDTVTU.
5. Об образовании в Российской Федерации: Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 28.02.2025). – Москва: КонсультантПлюс, 2025. – 206 с.
6. Овчинникова, Н. И. Использование кейс-технологий при обучении математике в аграрном вузе / Н. И. Овчинникова, М. А. Быкова // Актуальные вопросы образования : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 45-летию специальности «Профессиональное обучение», п. Молодежный, 05–06 октября 2023 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2023. – С. 76-81. – EDN NEIKVY.

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРИЁМА УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ В ЭЛЕКТРОННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ ВУЗА**Носиров Д.Н., Бодякина Т.В.**

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский район, Россия

Современный вуз немыслим без развитой электронной информационно-образовательной среды, которая автоматизирует ключевые управленческие и учебные процессы. В Иркутском государственном аграрном университете имени А.А. Ежевского (Иркутский ГАУ) активно используется электронная среда, однако некоторые процедуры, в частности приём и рассмотрение заявок на публикацию учебно-методической литературы (УМЛ), всё ещё выполняются с использованием традиционного документооборота или разрозненных файлов. Это приводит к задержкам, дублированию информации и недостаточной прозрачности для авторов [1, 6, 7].

В рамках исследования ставится задача разработки специализированного модуля в составе ЭИОС, который позволит автоматизировать подачу, проверку и передачу материалов в учебно-методический совет. Первым и необходимым этапом проектирования такого модуля является функциональное моделирование процесса. В качестве инструмента выбрана нотация IDEF0, которая обеспечивает строгую иерархическую структуру функций, наглядно показывает потоки данных и распределение ответственности [2, 5].

Перед построением моделей проведено исследование Центра информационных технологий (ЦИТ) Иркутского ГАУ – подразделения, отвечающего за информационно-технологическую поддержку учебной и управленческой деятельности. ЦИТ подчиняется ректору, включает отделы технического обеспечения, информационных разработок и администрирования сетей. Основные задачи центра – поддержка компьютерных классов (за ЦИТ закреплены 13 аудиторий), развитие информационной системы вуза, обеспечение информационной безопасности и сопровождение дистанционного обучения [3, 4].

Для функционального моделирования ключевым является распределение ролей (автор, директор библиотеки) и нормативные документы (ГОСТы, нормативно-справочная информация). Эти сведения легли в основу построения контекстной диаграммы и её декомпозиции.

В соответствии с методологией IDEF0, первой строится контекстная диаграмма (А-0), которая представляет моделируемый процесс как единое целое, показывая его границы и взаимодействие с внешней средой. На рисунке 1 представлена контекстная диаграмма «Управление процессом приема заявок на публикацию УМЛ».

Центральный блок символизирует всю совокупность действий по обработке заявки – от получения файлов от автора до передачи материалов в учебно-методический совет.

Входными потоками (стрелки, входящие в блок слева) являются комплект документов, предоставляемый автором. Этот комплект включает комплект документов от автора, метаданные работы (название, авторы, вид УМЛ, объем и т.д.), а также контактную информацию автора для обратной связи. Выходные потоки (стрелки, выходящие справа) – это уведомление автору о статусе заявки и протокол проверки документов, который формируется на каждом этапе. Управляющие воздействия (стрелки, входящие сверху) задают правила и ограничения. К ним относятся нормативно-справочная информация: положения о порядке издания учебно-методической литературы, действующие ГОСТы, требования к оформлению рукописей, а также внутренние регламенты ЭИОС Иркутского ГАУ. Механизмы (стрелки, входящие снизу) – это исполнители процесса.

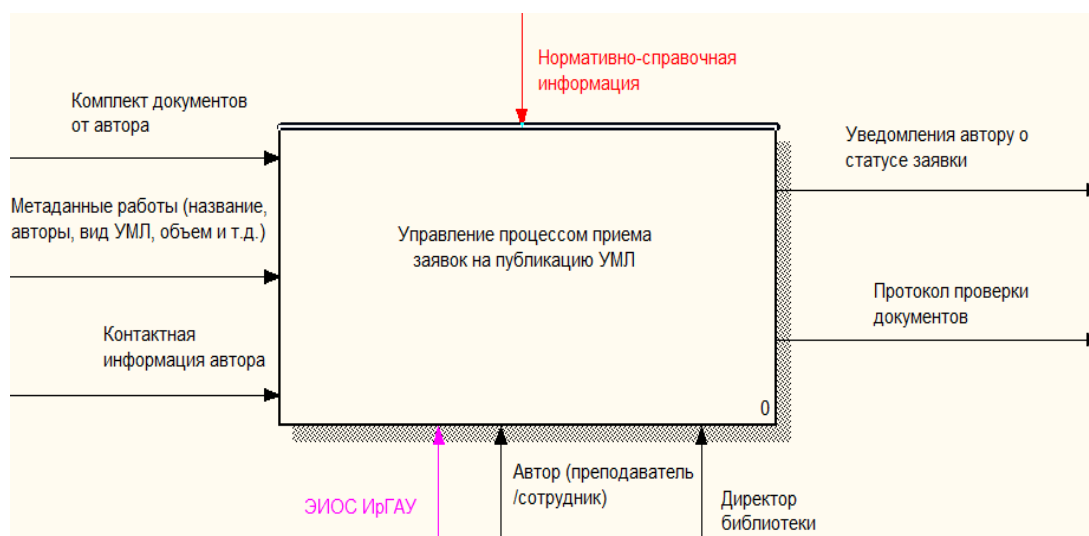


Рисунок 1 – Контекстная диаграмма

Представленная функциональная модель формализует требования к программному модулю, выявляет слабые места текущего, метрики для оценки эффективности автоматизации подачи и приема в УМС заявок и служит основой для проектирования архитектуры модуля в ЭИОС Иркутского ГАУ.

Список литературы

1. Алтухова, О. В. Автоматизация процессов транспортной логистики ООО "КДВ Яшкино" / О. В. Алтухова, Н. В. Бендик // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК : Материалы всероссийской научно-практической конференции, Иркутск, 14–15 марта 2019 года. Том III. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2019. – С. 7-13. – EDN ZJHADR.
2. Бурмакин, Б. Д. Цифровые технологии в сельском хозяйстве / Б. Д. Бурмакин // Значение научных студенческих кружков в инновационном развитии агропромышленного комплекса региона: Сборник научных тезисов студентов, п. Молодежный, 12–13 октября 2023 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2023. – С. 80-82. – EDN KMDQQK.
3. Вендров, А. М. Проектирование программного обеспечения: учебное пособие / А. М. Вендров. – Москва: Финансы и статистика, 2019. – 400 с. – ISBN 978-5-279-03559-5.
4. ГОСТ Р 50.1.028-2001. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 35 с.
5. Об образовании в Российской Федерации: Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 28.02.2025). – Москва: КонсультантПлюс, 2025. – 206 с.
6. Чепрасов, А. М. Цифровые технологии и автоматизация в сфере экономики / А. М. Чепрасов, Т. В. Бодякина // Цифровизация в системе образования: теоретические и прикладные аспекты: сборник тезисов региональной научно-практической конференции, Иркутск, 27 сентября 2023 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2023. – С. 41-43. – EDN ZZRVWQ.
7. Чужинова, А. Е. Решение агроинженерных задач методами математического и вероятностного анализов / А. Е. Чужинова, Н. А. Клепинин, Е. В. Елтошкина // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК: материалы всероссийской научно-практической конференции, п. Молодежный, 05–06 марта 2020 года. Том III. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2020. – С. 260-266. – EDN LEWNWL.

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНА С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Олехнович А.А., Быкова М.А.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

Экономическая безопасность региона представляет собой способность обеспечить стабильность и устойчивость его развития перед лицом внешних и внутренних вызовов. Важнейшим инструментом анализа и прогнозирования экономической безопасности является применение математических методов, позволяющих объективно оценить ситуацию и спрогнозировать возможные сценарии развития [1, 6].

Экономическая безопасность региона включает несколько важных компонентов:

- устойчивость (способность сохранять стабильность в условиях нестабильной внешней среды);
- самостоятельность (возможность принимать независимые решения относительно своей экономической политики);
- интеграция (умение взаимодействовать с другими субъектами федерации и государством в целом) [3].

Проверка экономической безопасности региональной экономической системы с помощью математических методов позволяет исключить субъективизм и получить точную цифру «риска». Оценка проводится в четыре этапа с использованием комбинации различных математических подходов [2, 4].

На первом этапе формируется матрица исходных данных, в которой строки – это годы (или регионы), а столбцы – экономические показатели (индикаторы), x_{ij} .

Существуют индикаторы роста (чем больше, тем лучше) и индикаторы угроз (чем больше, тем хуже). К индикаторам роста относятся валовый региональный продукт на душу населения, объем инвестиций, индекс промышленного производства и др. Индикаторами угроз можно считать: уровень инфляции, уровень безработицы, доля населения за чертой бедности, дефицит бюджета и другие негативные показатели региона.

Для сопоставления несопоставимых величин, таких как, рубли, проценты, тонны и т.д., можно воспользоваться линейным масштабированием (нормированием), то есть перевести их в безразмерные индексы z_{ij} от 0 до 1:

- для индикаторов-стимуляторов (индикаторов роста)

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}, \quad (1)$$

- для индикаторов-дестимуляторов (индикаторов угроз)

$$z_{ij} = \frac{x_{\max} - x_{ij}}{x_{\max} - x_{\min}}. \quad (2)$$

Далее используем метод расстояний до эталона (Евклидову метрику). Для этого строится гипотетический «идеальный» регион, у которого все показатели нормированы как $z_{\max}=1$. В этом случае безопасность реального региона оценивается по степени близости к этому эталону:

$$R_j = \sqrt{\sum_{i=1}^n (1 - z_{ij})^2}. \quad (3)$$

Чем меньше расстояние R_j , тем выше уровень экономической безопасности.

Чтобы не назначать значимость показателей самостоятельно, можно использовать теорию информации. Математический метод энтропии определяет вес (ω_i) каждого индикатора на основе разброса данных:

$$e_i = -k \sum_{j=1}^m f_{ij} \ln(f_{ij}), \quad \omega_i = \frac{1-e_i}{\sum(1-e_i)} \quad (4)$$

Индикатор с высокой дисперсией получает больший вес и сильнее влияет на стабильность всей региональной экономической системы.

Итоговый уровень экономической безопасности (I_{ES}) рассчитывается как сумма произведений соответствующих весов (ω_i) и безразмерных индексов (z_{ij}):

$$I_{ES} = \sum_{i=1}^n \omega_i \cdot z_{ij}. \quad (5)$$

Полученный математический индекс I_{ES} сопоставляется со шкалой Харрингтона или пороговыми значениями (при наличии), то есть проводится интервальный анализ. Проверяется в какой интервал попадает значение I_{ES} и делается вывод о состоянии экономической безопасности региональной экономической системы:

[0,81 – 1,00] – абсолютная безопасность (стабильный рост);

[0,63 – 0,80] – нормальный уровень (риски под контролем);

[0,37 – 0,62] – предкризисное состояние (необходимы точечные реформы);

[0,00 – 0,36] – кризис/зона катастрофы (разрушение региональной экономической системы).

Для предсказания угроз применяют системы дифференциальных уравнений или авторегрессионные модели (ARIMA) [5].

Применение современных математических методов позволяет обеспечить точное измерение текущей экономической безопасности региона, а также создание надежных прогнозов на перспективу. Это дает органам регионального управления мощные средства для принятия взвешенных решений по стабилизации и развитию экономики, минимизации рисков и оптимизации распределения бюджетных ресурсов. Систематическое использование представленных методик создает основу для долгосрочной стабильности и процветания региона, укрепляя доверие инвесторов и повышая качество жизни населения.

Список литературы

1. Алексеев, А. В. Применение математических методов для оценки экономической безопасности региона // Экономика и математические методы. – 2024. – № 3.
2. Бабешко, Л. О. Экономическая безопасность региона: теория и практика. – Москва: Юрайт, 2023.
3. Бодякина, Т. В. Современные вызовы и перспективы развития образования в условиях цифровой трансформации / Т. В. Бодякина, Е. В. Елтошкина // 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 высшего профессионального образования РФ Ярослава Михайловича Иванько, Молодежный, 30 октября 2025 года. – Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, 2025. – С. 203-208. – EDN GYHOMY.
4. Григорьев, С.В. Оценка экономической безопасности региона с помощью математических методов // Экономический анализ: теория и практика. – 2023. – № 5.
5. Кузнецов, Ю. В. Методы оценки экономической безопасности региона. – Санкт-Петербург: Питер, 2022.
6. Лапин, В. Н. Экономическая безопасность региона: проблемы и решения. – Москва: Альпина Пабlishер, 2023.

**АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К ПРИЛОЖЕНИЮ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С КЛИЕНТАМИ ТАТУ-САЛОНА****Полек С.Д., Полковская М.Н.**

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

Мобильное приложение – это программное обеспечение, разработанное специально для определённой мобильной платформы (например, iOS, Android, Windows Phone и других). Такие приложения предназначены для использования на смартфонах, планшетах, умных часах и других мобильных устройствах [1, 2]. Процесс создания приложения включает два основных этапа: сначала пишут код на языке программирования высокого уровня, затем он компилируется в машинный код, оптимальный для работы на конкретной операционной системе, что обеспечивает высокую производительность [3].

Регистрация и авторизация пользователей включают возможность создания аккаунтов как для клиентов, так и для сотрудников салона. Для входа используется стандартная система с логином и паролем, при этом предусмотрена интеграция с социальными сетями, такими как Telegram и VK. Важной особенностью является разграничение прав доступа, которое делит пользователей на три группы: администраторы, мастера и клиенты, что позволяет настроить разные уровни доступа и функциональности для каждой категории.

Система записи на прием устроена таким образом, что клиенты могут просматривать актуальное расписание мастеров и записываться на удобное время, выбирая при этом конкретную услугу, будь то консультация, создание эскиза или другая. Процесс записи автоматизирован и сопровождается подтверждениями через SMS или e-mail уведомления. Кроме того, предусмотрена возможность отмены или переноса записи, при этом мастеру приходит соответствующее оповещение.

Управление услугами и ценами выполняется через административный интерфейс, где администратор может добавлять новые услуги, изменять существующие или удалять их. Для каждой услуги указывается стоимость, примерное время выполнения и подробное описание. Кроме того, услуги могут быть сгруппированы по категориям, что облегчает навигацию и выбор для клиентов.

Система ведет базу данных клиентов и записей, где хранится подробная информация о каждом клиенте, включая контактные данные, историю посещений и предпочтения в стиле татуировок. Записи организованы по дате и времени, с указанием мастера, выбранной услуги и текущего статуса – запланировано, выполнено или отменено.

Для взаимодействия с клиентами предусмотрена возможность оставлять отзывы и ставить оценки как мастерам, так и салону в целом. Для повышения лояльности реализована система уведомлений о предстоящих записях, скидках и акциях, что способствует поддержанию контакта и информированности клиентов.

Административная панель предоставляет инструменты для управления расписанием мастеров и загрузкой их рабочего времени. Также через нее осуществляется просмотр статистики по записям, выручке и популярным услугам, что помогает анализировать эффективность работы салона. В панели реализовано управление отзывами и жалобами клиентов, что позволяет оперативно реагировать на обратную связь и поддерживать высокий уровень сервиса.

Немаловажным элементом является надежность и безопасность данных. Приложение обеспечивает защиту персональных данных клиентов и сотрудников в соответствии с действующими законами о конфиденциальности, включая безопасное хранение паролей с применением современных методов хеширования. Кроме того, реализованы механизмы регулярного резервного копирования информации, что гарантирует сохранность данных даже в случае технических сбоев.

Масштабируемость системы позволяет расширять функционал без необходимости кардинальной перестройки архитектуры приложения. Это обеспечивает гибкость в развитии и поддерживает рост количества пользователей и мастеров, что особенно важно при активном расширении бизнеса.

Для удобства клиентов предусмотрена интеграция с платежными системами, что позволяет осуществлять предоплату услуг прямо через приложение. Поддержка популярных способов оплаты, включая банковские карты и электронные кошельки, делает процесс расчетов быстрым и удобным.

Основными компонентами являются: компонент аутентификации и авторизации; компонент выбора услуги; компонент мастеров; компонент записи на сеанс (календарь); компонент уведомлений; компонент пользовательского интерфейса; компонент хранения данных.

Для наглядного представления структуры и взаимодействий между основными функциональными блоками приложения построена диаграмма компонентов (рис. 1).

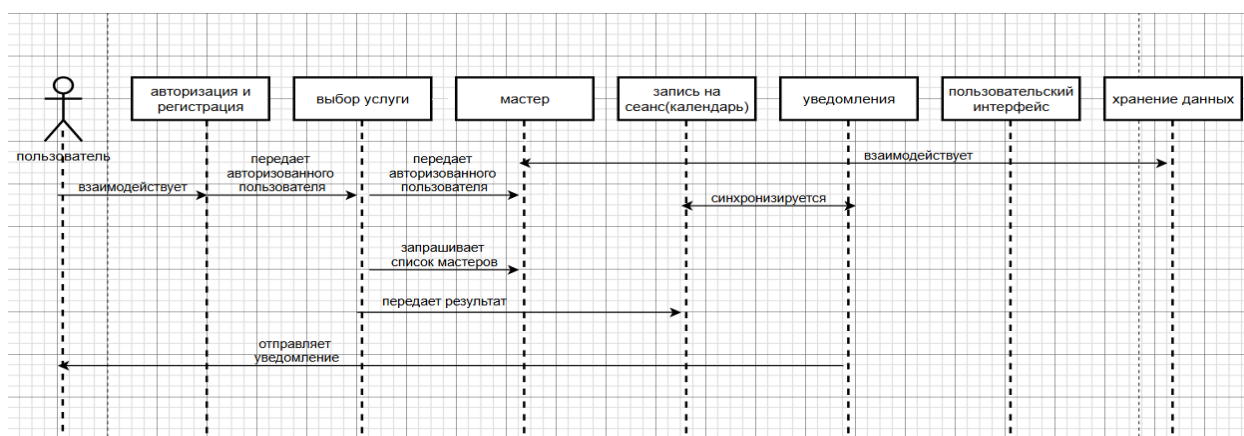


Рисунок 1 – Диаграмма компонентов

Таким образом, создание такого приложения позволяет не просто автоматизировать внутренние процессы тату-салона, но и обеспечить комфортное, безопасное и эффективное взаимодействие для всех пользователей – от клиентов до сотрудников. В итоге это значительно улучшает качество обслуживания, способствует росту бизнеса и оптимизирует работу салона. Такой набор требований обеспечит удобство и эффективность использования приложения, что положительно скажется на удовлетворённости клиентов и росте посещаемости тату-салона.

Список литературы

1. Асалханов, П. Г. Обзор программных приложений функционирования региональной инновационной площадки подготовки кадров для цифровой трансформации сельского хозяйства / П. Г. Асалханов, Н. В. Бендик, Н. И. Федурин // Актуальные вопросы аграрной науки. – 2022. – № 42. – С. 40-47.
2. Бунина, Л. В. Разработка мобильных приложений: учебное пособие/ Л. В. Бунина, А. П. Титов. Москва: РТУ МИРЭА, 2025 – Часть 1 – 2025. – 123 с.
3. Полковская, М. Н. О развитии цифровых платформ в России / М. Н. Полковская, Н. И. Федурин // Формализация как основа цифровой экономики : материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященная 75-летию со дня рождения и 50-летию научно-педагогической деятельности Заслуженного экономиста Российской Федерации, доктора экономических наук, профессора Ованесяна Сергея Суреновича, Иркутск, 12 декабря 2018 года. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2018. – С. 9-15.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

Одним из фундаментальных инструментов, позволяющих вычислять накопленные величины (путь, расход топлива, работу силы, теплоту) является интегрирование, которое помогает решать дифференциальные уравнения движения. Неопределенный и определенные интегралы применяются для определения пути по переменной скорости, расхода топлива по переменному удельному расходу, работы тормозных механизмов, тепловых нагрузок на двигатель и восстановления сигналов с датчиков [1, 2, 3].

Определенный интеграл применяется для вычисления накопленной величины на интервале, неопределенный интеграл представляет собой совокупность первообразных движения тела, а кратные интегралы применяются для распределенных параметров, интеграл по времени и по пути [4, 5].

Одним из первых примеров рассмотрим расчет пройденного пути и координат, при неравномерном движении транспортного средства путь вычисляется как определенный интеграл от скорости по времени:

$$S = \int_{t_1}^{t_2} v(t) dt.$$

В системах навигации GPS/ГЛОНАСС интегрирование ускорений (акселерометр) позволяет определить координаты при потере спутникового сигнала.

Во-вторых, мы видим, что суммарный расход топлива за цикл работы и энергозатраты находится как определенный интеграл от массового или объемного расхода:

$$Q = \int_{t_1}^{t_2} \dot{q}(t) dt.$$

Количество теплоты, отведенное системой охлаждения двигателя, определяется интегралом от теплового потока по времени. А интеграл от мощности трения представляет собой нагрев тормозных дисков при длительном спуске. Остывание агрегатов после выключения описывается интегральным уравнением Ньютона-Рихмана.

Для расчета объема жидкости, прошедший через гидроцилиндр или насос нужно рассчитать интеграл от объемного расхода. А интеграл от произведения давление на изменение объема представляет собой работу, совершаемую гидроприводом (рисунок 1).

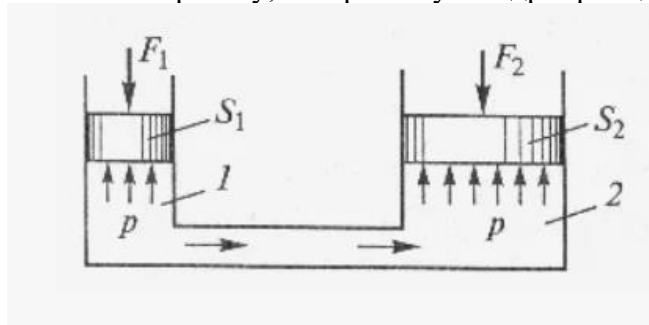


Рисунок 1 – Простейшая схема объемного гидропривода

Надежность и ресурс это есть накопленная усталость деталей (двигатель, трансмиссия, рама) вычисляется с помощью интегральных моделей, где учитывается переменный режим нагружения. Остаточный ресурс - интеграл от функции интенсивности отказов.

Примеры применения интегралов в эксплуатации:

1. Определение фактического тормозного пути при переменном коэффициенте сцепления по данным с датчика скорости колёс:

$$S_{\text{торм}} = \int_0^{t_{\text{торм}}} v(t) dt .$$

2. Расчёт среднего расхода топлива за смену: интеграл от мгновенного расхода (измеряемого поплавковым или ультразвуковым расходомером) позволяет получить точный расход, а не среднюю оценку по заправкам.

3. Вычисление износа шин по модели: износ пропорционален интегралу от силы трения, умноженной на скорость проскальзывания.

4. Оценка перегрева двигателя при движении по бездорожью: интегрирование разности температур «двигатель - окружающая среда» даёт накопленную тепловую нагрузку, критическую при выходе из строя вентилятора.

5. Восстановление пройденного пути при потере связи со спутниками: двойное интегрирование показаний MEMS-акселерометра (с компенсацией дрейфа) позволяет пройти тоннель или лесной массив без навигации.

Преимущества использования интегрального подхода:

- ✓ точность - интегрирование мгновенных значений даёт реальную накопленную величину, в отличие от приближённых средних оценок;
- ✓ универсальность - интегралы одинаково работают для колёсного и гусеничного движителя, дизельного и электрического двигателя;
- ✓ реализация в бортовых компьютерах – современные электронные блоки управления непрерывно вычисляют интегралы в реальном времени с частотой до 1000 Гц;
- ✓ основа для прогнозирования - интегральные модели позволяют предсказать остаточный ресурс и момент отказа узла.

Таким образом, математическое интегрирование является одним из ключевых вычислительных инструментов специалиста по эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов. Без интегралов невозможно точно определить расход топлива, пройденный путь, тепловую нагрузку, остаточный ресурс и многие другие накопленные параметры, которые нельзя измерить непосредственно. Современные бортовые системы диагностики, навигации и управления непрерывно выполняют интегрирование сигналов с датчиков, формируя достоверную картину состояния машины. Поэтому глубокое понимание интегрального исчисления — это не абстрактная математика, а прямая необходимость для грамотной эксплуатации, ремонта и диагностики транспортно-технологических машин в реальных условиях работы.

Список литературы

1. Автомобилестроение: проектирование, конструирование, расчет и технологии ремонта и производства: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, Ижевск, 24 апреля 2020 года. – Ижевск: Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, 2020. – 130 с. – ISBN 978-5-7526-0887-2. – EDN DJQHTM.
2. Ковальский, В. Ф. Математическое моделирование колебаний груза на грузозахватном органе манипулятора мобильной машины / В. Ф. Ковальский, И. А. Лагерева // Известия МГТУ МАМИ. – 2016. – № 2(28). – С. 13-19. – EDN WAXMMZ.
3. Сапожников, В. В. Основы теории надежности и технической диагностики / В. В. Сапожников, В. В. Сапожников, Д. В. Ефанов. – Санкт-Петербург: Издательство "Лань", 2019. – 588 с. – ISBN 978-5-8114-3453-4. – EDN IZBJPZ.
4. Свирибутович, О. А. Исследование зависимости смещения тела и амплитуды управления колебаниями объекта виброзащиты колесных транспортных средств / О. А. Свирибутович, Е. В. Елтошкина, П. И. Ильин // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2018. – Т. 22, № 2(133). – С. 230-239. – DOI 10.21285/1814-3520-2018-2-230-239. – EDN YRRICI.
5. Щитов, С. В. Оптимизация энергозатрат в транспортно-технологическом обеспечении АПК / С. В. Щитов, З. Ф. Кривуца. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2012. – 151 с. – EDN YUXRJZ.

**СОЗДАНИЕ ОБРАБОТКИ API ПО ОБМЕНУ ДАННЫМИ МЕЖДУ
КОНТРАГЕНТАМИ В СИСТЕМЕ 1С: УНИВЕРСИТЕТ ПРОФ**

Расулов Р.Р., Федурин Н.И.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

Современные бизнес-процессы требуют оперативного обмена данными с партнёрами и поставщиками. API «1С» позволяет автоматизировать этот процесс: от передачи заказов до синхронизации остатков [3]. В условиях современного быстрого роста числа партнеров для образовательной организации важным фактором становится задача обмена данными между ними. Создание обработки «Application Programming Interface» (API) это важный шаг к повышению эффективности работы образовательного учреждения. Внедрение API обработки в системе 1С: Университет ПРОФ не только сокращает рутинные операции и минимизирует ручной ввод данных, но и повышает прозрачность финансовых потоков.

Целью исследования является создание API обработки для эффективного обмена данными между контрагентами в системе 1С: Университет ПРОФ.

Задачами исследования являются:

- изучить особенности работы с API в среде 1С;
- проанализировать требования к обмену данными между контрагентами;
- разработать обработку API

Application Programming Interface» (API) в переводе с английского означает «программный интерфейс приложения», он выступает посредником между различными программами и задает правила обмена. В качестве способа обмена выберем технологию Representational State Transfer (REST) API. Этот архитектурный стиль основан на принципах HTTP взаимодействия клиентов и серверов, является довольно простым и популярным в использовании для широкого спектра систем. Основными преимуществами использования REST API является передача данных в легких и читаемых форматах, а также масштабируемость и совместимость с большинством систем.

Определяем перечень данных, которые необходимы для обмена. Основным элементом – это справочник контрагентов и обязательные поля: наименование, ИНН, реквизиты. Помимо этого, объектами обмена могут быть договоры, соглашения, счета, акты, платежные поручения и учебные планы и данные о зачислении студентов. Определив объекты для обмена в конфигураторе 1С, создаем HTTP сервисы. В дереве конфигуратора в обработке задаем имя «ОбработкаКонтрагентовУниверситета», в модуле объекта проектируем основную форму обработки. Добавляем на форму необходимые элементы: табличное поле для отображения списка контрагентов; поля ввода для поиска по ИНН и т.д. Добавляем кнопки по получению списка контрагентов, получению соответствующих данных по конкретному контрагенту, отправка документа от контрагента и обновление статуса документа. При реализации модуля обработчика код HTTP сервиса выполняет запросы к базе данных 1С:Университет ПРОФ, принимает запросы и проверяет их на корректность, возвращает ответы с соответствующими кодами, например, «ошибка» и преобразовывает результаты.

Работу API можно представить в виде следующего алгоритма:

- 1) Клиент через сайт, мобильное приложение или базу данных отправляет запрос через API к серверу;
 - 2) API проверяет запрос на соответствие правилам, т.е. корректность параметров, валидацию и авторизацию и т.д.;
 - 3) Сервер обрабатывает запрос и возвращает его через API;
 - 4) Клиент получает данные в структурированном виде, например, в формате XML [2].
- После реализации данного алгоритма в системе 1С: Университет ПРОФ на клиентской

части получаем экранную форму для автоматического заполнения данных по ОКВЭД, обозначенную на рисунке 1 ниже.

Рисунок 1 –Экранная форма документа «Контрагенты» при выполнении API обработки

Для обеспечения безопасной работы с API в обязательном порядке проводится аутентификация через API-ключи или OAuth-токен, шифруется трафик посредством безопасного протокола HTTPS, предназначенного для безопасной передачи данных между клиентом и сервером. Защищенность данных обеспечивается ограничением прав доступа, то есть каждый контрагент или клиент имеет доступ только к своим данным. Логирование запросов и ответов является важным инструментом для обеспечения стабильности, безопасности и соответствии требованиям в разработке эксплуатации приложений [1].

Внедрение API обработки для обмена данными с контрагентами в системе 1С: Университет ПРОФ позволяет автоматизировать процесс обмена данными с внешними системами, например ЭИОС или 1С: Бюджетное учреждение, упростить интеграцию с партнерами, повысить эффективность работы университета. Автоматизация рутинных задач позволит освободить сотрудников от монотонной работы, уменьшить количество ошибок при вводе информации и сокращение времени на управление данными и их обработку. Таким образом, внедрение API обработки повысит скорость и гибкость обмена данными и облегчит процесс интеграции с системами электронного документооборота.

Список литературы

1. Ананьев Л.С. Обмен данными для интеграции с цифровыми сервисами в информационной системе «1С: Университет ПРОФ»//Л.С. Ананьев, Н.И. Федурин // Научные исследования и разработки к внедрению в АПК: Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых, п. Молодежный, 16–17 марта 2023 года. п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2023. – С. 480-485.

2. Ананьев Л.С. Использование внешней обработки «выгрузка и загрузка данных XML» при внедрении «1С:Университет ПРОФ» в Иркутском ГАУ / Л.С. Ананьев, А.О. Замаев, Н.И. Федурин // 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 Геннадия Михайловича. п. Молодежный, 2021. С. 15-20.

3. Баймаков, А.А. Интеграция информационных систем на платформе «1С: Университет ПРОФ» как основа цифровой трансформации Иркутского ГАУ / А.А. Баймаков, Н.И. Федурин // Актуальные вопросы аграрной науки. -2023.-№49.- С.51-60.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

Для растений повышенная температура дает эффект нехватки, что представляет собой процесс транспирации. Если растение заболело или засыхает, его температура мгновенно повышается на 1,5–3 градуса — у него начинается своего рода «лихорадка». Глазом человека это увидеть невозможно: поле выглядит абсолютно зеленым. Инженеры запускают дрон с тепловизором, который превращает всё поле в огромную живую матрицу температур, а компьютер с помощью дифференциальных уравнений вычисляет скрытые очаги засухи или болезней за неделю до того, как пшеница начнёт желтеть.

Все поле представляет собой гигантскую матрицу, и снимок с дрона — это не просто картинка. Это цифровая матрица T , где каждая ячейка (пиксель) — это температура конкретного квадратного метра поля:

$$T = \begin{pmatrix} 21,2^\circ & 21,4^\circ & 24,5^\circ \\ 21,1^\circ & 21,3^\circ & 24,8^\circ \\ 21,0^\circ & 21,2^\circ & 21,1^\circ \end{pmatrix}$$

Компьютер мгновенно сканирует эту матрицу, и видит в правом верхнем углу аномалию (24,5° и 24,8°)? Глазом там ещё видна сочная зелень, но с точки зрения математики нужно уже бить тревогу.

Чтобы понять, почему температура выросла, нужно учесть солнце, ветер и влажность. Инженеры используют дифференциальное уравнение теплового баланса (закон Фурье):

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) + q_{\text{солнце}} - q_{\text{испарение}}.$$

Компьютер решает это уравнение для каждой точки матрицы. Если реальная температура из матрицы T оказывается выше, чем предсказанное уравнением идеальное значение, значит, растение закрыло поры и перестало испарять влагу. Оно засыхает или атаковано грибом.

С практической точки зрения применение мы видим в хирургической точности, которая представляет собой то, что трактор-опрыскиватель едет не заливать химией все 100 гектаров поля, а отправляется по точным координатам из матрицы и лечит только те 5%, которые «заболели». При этом агроном спасает урожай на ранней стадии, тратя на лекарства для растений в 20 раз меньше денег.

Список литературы

1. Бодякина, Т. В. Применение матричного метода при обучении бакалавров экономических направлений / Т. В. Бодякина, С. Е. Васильева, Е. В. Елтошкина // Российско-китайский научный журнал «Содружество». – 2016. – № 10. – С. 59-63. – EDN SXTAXT.
2. Быкова, М. А. Математика / М. А. Быкова, Е. В. Елтошкина, Н. И. Овчинникова. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – Москва: Издательско-книготорговый центр "Колос-с", 2023. – 226 с. – ISBN 978-5-00129-358-3. – EDN LGQDSI.
3. Медведев, С. С. Физиология растений : учебник / С. С. Медведев. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2022. – 512 с.
4. Самарский, А. А. Вычислительная теплопередача / А. А. Самарский, П. Н. Вабищевич. – Москва: Едиториал УРСС, 2022. – 784 с.
5. Труфляк, Е. В. Точное земледелие: учебное пособие / Е. В. Труфляк, Н. Ю. Курченко. – 3-е изд. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 376 с.

ЦИФРОВАЯ МАТРИЦА ПОЛЕЙ В РОБОТОТЕХНИКЕ

Серых В.Н., Мартыненко А.И.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский район, Россия

В современной агроинженерии используется боевая робототехника. Лазерный культиватор Carbon Robotics LaserWeeder в час уничтожает 200000 сорняков лазерами CO₂. Мощность лазера составляет 150 Вт, 10,6 мкм, с камерами слежения (рисунок 1) [4].

Бортовой компьютер робота обрабатывает каждую секунду матрицы полей для наведения лазерной пушки на ходу. Без методов линейной алгебры обработка данных дорогостоящим оборудованием будет бесполезной грудой железа.

Принцип работы цифровой матрицы заключается в том, что поле является многомерным массивом данных. В концепции точного земледелия поле разбивается на координатную сетку с шагом 1 × 1 метр, превращаясь в двумерную матрицу данных размерности m на n [2, 3, 5, 6]. Инженеры создают многослойную систему, где матрица A хранит влажность почвы, матрица B – уровень азота, а матрица C – плотность сорняков. Тогда, итоговая управляющая матрица представляет собой линейную комбинацию:

$$M = \alpha \times A + \beta \times B + \gamma \times C.$$

В матрице M элементы матрицы представляют собой готовые цифровые команды, определяющие дозу внесения веществ на каждый квадратный метр земли.



Рисунок 1 - Робот Carbon Robotics LaserWeeder в процессе лазерного уничтожения сорняков

Еще один аспект практического применения методов линейной алгебры заключается в матричной охоте лазерного робота. Робот движется со скоростью 8 км/ч по полю с культурными растениями, и его основная задача заключается в том, чтобы выжечь точку роста сорняка в 2 мм, не задев растущий рядом шпинат. При этом очень высока точность обработки таких сорняков, так как ошибка на 1 мм означает потерю полезного урожая. Во-первых, производится оцифровка грядок. Делается снимок грядки, после этого процессор преобразует его в бинарную матрицу целей, где полезная культура – это 0, а сорняк - 1. Сорняк находится на пересечении 500-й строки и 800-го столбца, и тогда выстраивается вектор координат

сорняка: $V = [500, 800]$, и подается сигнал на уничтожение. Во-вторых, при наезде на ком земли высотой 5 см рама робота мгновенно наклоняется (крен корпуса на 3°), поэтому возникает проблема: если выстрелить по старым координатам, то лазерный луч уйдет в сторону на 15 мм и произойдет сожжение полезной культуры.

Чтобы этого не происходило, мы должны провести коррекцию на 4 миллисекунды. Если гироскоп фиксирует наклон в 3° , то компьютер перемножает вектор координат сорняка. Компьютер перемножает вектор координат сорняка V на тригонометрическую матрицу поворота R :

$$\begin{pmatrix} 0.9986 & -0.0523 \\ 0.0523 & 0.9986 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 500 \\ 800 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 457.5 \\ 824.9 \end{pmatrix}$$

Процессор рассчитал новые координаты $V' = [457,5; 824,9]$. Из-за кома земли цель визуально «сместилась» на 42 пикселя влево и 25 пикселя вниз, значит пьезоприводы за миллисекунду отклоняют зеркало лазера на микроны, компенсируя крен робота. И тем самым происходит точный выстрел по сорняку. Все время проведенной операции составляет 4 миллисекунды.

Теория матриц используется и в проектировании машин. Чтобы рама робота не лопнула от нагрузок, её рассчитывают методом конечных элементов. Конструкция разбивается на сетку из тысяч треугольников, взаимодействие которых описывается гигантской матрицей жесткости размером 10000×10000 . Далее составляет систему уравнений для нахождения точек перенапряжения металла до отлива рамы.

Таким образом, мы видим, что применение матриц в агроинженерии является производственной необходимостью на этапе моделирования и проведения работ обработки полей [1].

Список литературы

1. Багин, И. С. Моделирование линейной динамической системы с применением матриц / И. С. Багин, Е. В. Елтошкина // Аграрная наука в инновационном развитии агропромышленного комплекса Иркутской области: Материалы очно-заочной научно-практической конференции, посвященной Дню Российской науки, Иркутск, 06–07 февраля 2025 года. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2025. – С. 24-25. – EDN KWVCXU.
2. Гордеев, А. С. Моделирование в агроинженерии / А. С. Гордеев. – 2-е, Исправленное, Дополненное. – Санкт-Петербург: Издательство Лань, 2014. – 384 с. – ISBN 978-5-8114-1572-4. – EDN UGRQIR.
3. Елтошкина, Е. В. Применение цифровых систем в аграрном производстве / Е. В. Елтошкина, П. И. Ильин // 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. 49-50. – EDN NMBTSM.
4. Математическое моделирование технических систем / М. Ю. Михеев, К. В. Гудков, Е. А. Гудкова [и др.]. – Пенза: Пензенский государственный университет, 2015. – 92 с. – ISBN 978-5-94170-963-2. – EDN VSKXKH.
5. Чепрасов, А. М. Искусственный интеллект в сельском хозяйстве: вызовы, возможности и перспективы / А. М. Чепрасов, Т. В. Бодякина // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, п. Молодежный, 20–21 февраля 2025 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2025. – С. 783-787. – EDN DJZLAJ.
6. Carbon Robotics Official Documentation. LaserWeeding Technology in High-Density Crops. — URL: <https://carbonrobotics.com>.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УПРОЧНЕНИЕ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Соколова М. А., Агафонов С.В.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

Сельскохозяйственная техника работает в тяжёлых условиях: высокие нагрузки, абразивная среда (почва, песок), перепады температур, недостаточное обслуживание в периоды полевых работ. Всё это приводит к интенсивному износу деталей – особенно рабочих органов (лапы культиваторов, диски борон, шнеки), а также деталей трансмиссии и ходовой части. Полная замена изношенной детали на новую часто экономически невыгодна, особенно для импортной техники или морально устаревших моделей.

Восстановление и упрочнение деталей позволяет:

- продлить ресурс техники в 1,5–3 раза без покупки новой запчасти;
- сократить простои в строю за счёт наличия восстановленных запасных элементов;
- снизить затраты на ремонт на 40–70 % по сравнению с покупкой новой детали.

Рассмотрим основные методы восстановления (наплавка, гальваника, пластическое деформирование) и упрочнения (нанесение износостойких покрытий), приводятся критерии оценки допустимого износа, расчёты экономической эффективности и периодичности восстановления. Материал ориентирован на специалистов ремонтных мастерских и инженеров сельскохозяйственных предприятий. Остатки топлива, масел и смазок очищаются в растворах синтетических моющих средств. В качестве такого средства при погружной очистке примем МС-15 с концентрацией 20 г/л. Продолжительность очистки данным препаратом при температуре 70 °С составляет $T_0 = 25$ мин [1, 2, 3]. Подготовительно-заключительное время составляет $T_{п.з} = 10$ мин. Количество одновременно загружаемых деталей $N = 12$. Норма времени на моечные работы: $T_H = T_0/N + T_{п.з} = 25/12 + 10 = 12,1$ мин.

Дефектовку производим на столе дефектовщика. Основное время на визуальный осмотр $T_0 = 0,25$ мин. Основное время на измерение одного отверстия $T_0 = 0,12$ мин [4]. Суммарное время на осмотр и промер семи отверстий $\Sigma T_0 = 0,25 + 7 \times 0,12 = 1,1$ мин.

Подготовительно-заключительное время $T_{п.з} = 5$ мин

Норма времени на дефектацию: $T_H = \Sigma T_0 + T_{п.з} = 1,1 + 5 = 6,1$ мин.

Растачивание отверстий блока цилиндров производится на координатно-расточном станке 2431 при следующих режимах:

– припуск на тонкое растачивание равен 0,12 мм на диаметр, поэтому глубина резания составляет $t = 0,06$ мм;

– подача 0,04-0,08 мм/об, принимаем $s = 0,06$ мм/об;

– скорость резания 180-500 м/мин, принимаем $V = 180$ м/мин;

– частота вращения шпинделя $n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \times 180}{3,14 \times 25} = 2293$ об/мин.

Материал режущей части инструмента – ВК3. Рассчитаем время на операцию согласно [5, 6]. Число проходов $i = 1$. Основное время для обработки одного отверстия вычисляем по формуле:

$$T_0 = \frac{Li}{nS} = \frac{77,5 \times 1}{2293 \times 0,06} = 0,563 \text{ мин,}$$

где $L = 1 + y = 76 + 1,5 = 77,5$ мм – длина резания с учетом длины врезания.

Суммарное основное время для обработки семи отверстий составляет:

$$T_{0с} = \Sigma T_0 = 3,94 \text{ мин.}$$

Дополнительное время определяем по формуле:

$$T_{доп} = \frac{T_{ос} K}{100} = \frac{3,94 \times 8}{100} = 0,32 \text{ мин},$$

где K – отношение дополнительного времени к основному, для токарных работ $K = 8 \%$.

Вспомогательное время на установку, выверку и снятие детали на столе с центрирующим приспособлением составляет 1,10 мин.

Вспомогательное время на один проход составляет 0,5 мин при расточке по 10...13 качеству. В нашем случае необходимо совершить семь проходов, поэтому суммарное время на них составит $0,5 \times 7 = 3,5$ мин.

Суммарное вспомогательное время равно:

$$T_{ВС} = \sum T_B = 1,1 + 3,5 = 4,6 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время составляет 14 мин. Нормативное время на растачивание составит:

$$T_H = T_{ос} + T_{ВС} + T_{доп} + T_{п.з.} = 3,94 + 0,32 + 4,6 + 14 = 22,86 \text{ мин.}$$

Для предварительной и окончательной обработки применяют притирку с периодическим нанесением пасты. Время обновления пасты 2-8 мин для абразивных паст МЗ-М40. Расход пасты на 1 см^2 рабочей поверхности притира 0,04-0,08 мг.

Давление притира должно находиться в пределах 40-80 кПа. Меньшие значения соответствуют меньшим параметрам шероховатости поверхности и глубине поверхностного слоя. Скорость относительного движения притира по детали при окончательной притирке должна составлять 15-30 м/мин. Норма времени на притирку была принята нами выше и составляет: $T_H = 60$ мин.

Контроль производим на столе дефектовщика. Основное время на измерение одного отверстия $T_о = 0,12$ мин. Суммарное время на измерение семи отверстий $\sum T_о = 7 \times 0,12 = 0,85$ мин. Подготовительно-заключительное время $T_{п.з.} = 5$ мин.

Норма времени на дефектацию: $T_H = \sum T_о + T_{п.з.} = 0,85 + 5 = 5,85$ мин.

Штучно-калькуляционное время на восстановление блока цилиндров по основному маршруту составляет: $T_{шк} = \sum T_H = 12,1 + 6,1 + 22,86 + 60 + 5,85 \approx 106,5$ мин.

При восстановлении блока цилиндров по редкому маршруту к штучно-калькуляционному времени основного маршрута добавляется норма времени на прессовые операции по выпрессовке и запрессовке втулки блока цилиндров составляют:

– на выпрессовку $T_H = 2,47$ мин;

– на запрессовку $T_H = 2,69$ мин.

С учетом этого штучно-калькуляционное время на восстановление блока цилиндров по редкому маршруту составляет: $T_{шк} = \sum T_H = 12,1 + 6,1 + 22,86 + 2,47 + 2,69 + 60 + 5,85 \approx 111,5$ мин.

1. Величина износа – это разность между номинальным (чертёжным) размером детали и её фактическим размером после эксплуатации. Она показывает, какой слой металла утерян.

2. Допустимый износ – это предельное значение, при котором деталь ещё может работать без разрушения. Его определяют через максимально допустимый зазор в сопряжении и начальный монтажный зазор: если фактический износ превышает допустимый, деталь бракуют и направляют на восстановление.

3. Толщина восстанавливающего покрытия должна быть больше величины износа на величину припуска под последующую механическую обработку (шлифование, точение). Это гарантирует, что после чистовой обработки деталь получит точный номинальный размер.

4. Гальваническое наращивание (хромирование, осталивание, никелирование) происходит при пропускании электрического тока через электролит. Толщина осаждённого слоя прямо пропорциональна силе тока и времени процесса и зависит от материала (электрохимического эквивалента).

5. Пластическое восстановление (высадка, накатка, обжатие) позволяет за счёт пластической деформации переместить металл из соседних участков в изношенную зону. При этом относительная деформация не должна превышать 1–3% для сталей, иначе появляются трещины.

6. Экономическая эффективность восстановления – это процентное отношение разницы между ценой новой детали и стоимостью восстановления к цене новой детали. Восстановление считается выгодным, если эта экономия превышает 30% и при этом ресурс восстановленной детали не ниже ресурса новой.

7. Коэффициент долговечности после упрочнения показывает, во сколько раз увеличивается срок службы детали по сравнению с новой. Например, наплавка твёрдыми сплавами даёт увеличение в 1,5–2,5 раза, хромирование – до 2 раз, борирование – до 3 раз.

8. Периодичность восстановления в хозяйстве рассчитывается как отношение ресурса детали до предельного износа (в моточасах) к среднегодовой наработке машины (в моточасах за год). Результат показывает, через сколько лет деталь нужно снова восстанавливать. Восстановление и упрочнение изношенных деталей сельскохозяйственных машин экономически целесообразно: затраты составляют 30–60% от цены новой детали, а ресурс после упрочнения возрастает в 1,5–3 раза. Правильный выбор метода восстановления и расчёт допустимого износа позволяют планировать ремонты, снижать простои техники и существенно экономить средства хозяйства.

Список литературы

1. Васильев, Р. А. восстановления распределительных валов плазменной наплавкой / Р. А. Васильев, С. В. Агафонов, А. И. Аносова // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК: Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции. В III томах, Иркутск, 16–17 февраля 2023 года. Том II. – п. Молодежный: Иркутский ГАУ, 2023. – С. 24-27. – EDN TRFKPI.

2. Восстановление внутренних цилиндрических поверхностей деталей зарубежной и отечественной сельскохозяйственной техники электролитическим натиранием / М. Р. Садыков, Н. Р. Адигамов, И. Х. Гималтдинов, А. А. Шарафиев // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации : Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский ГАУ, 2020. – С. 171-175. – EDN CEGKWL.

3. Грац, А. А. Автоматизированное техническое обслуживание сельхозтехники / А. А. Грац // Трансформация российской науки в эпоху информационного общества : Сборник научных трудов по материалам VIII Международной научно-практической конференции, Москва, 16 сентября 2024 года. – Москва: АНО ДПО Центр развития образования и науки, 2024. – С. 94-97. – EDN VKLHIN.

4. Елтошкина, Е. В. Обеспечение работоспособности и отказоустойчивости машин резервированием сменных элементов / Е. В. Елтошкина, М. К. Бураев, Т. В. Бодякина // Тракторы и сельхозмашины. – 2019. – № 6. – С. 54-57. – DOI 10.31992/0321-4443-2019-6-54-57. – EDN WVFNGW.

5. Колесников, К. А. Современные способы восстановления и упрочнения деталей сельскохозяйственной техники путем нанесения новых покрытий / К. А. Колесников, Г. А. Нестеренко, И. С. Нестеренко // Эксплуатация автотракторной и сельскохозяйственной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы : Сборник статей VI Международной научно-практической конференции, Пенза, 09–10 декабря 2023 года. – Пенза: Пензенский ГАУ, 2023. – С. 53-56. – EDN DOIGSC.

6. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебное пособие / А. Л. Бабаян, М. М. Арутюнян, А. Б. Фурсина [и др.]. Том Часть 1. – Краснодар: Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова» Министерства обороны Российской Федерации, 2016. – 173 с. – EDN ZKTVQH.

ПРИМЕНЕНИЕ MATLAB ДЛЯ ИНТЕРПОЛЯЦИОННОГО МНОГОЧЛЕНА НЬЮТОНА

Соколова М.А., Бодякина Т.В.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

Метод Ньютона имеет преимущества перед формулой Лагранжа, особенно при работе с равноотстоящими узлами. Он позволяет эффективно производить расчеты в Matlab и добавлять новые узлы интерполяции, не пересчитывая весь многочлен заново, а лишь добавляя новые слагаемые [1, 2].

Для решения задачи интерполяции часто применяются конечные разности и разделенные разности. Конечные разности применяются в исследованиях при вычислении функции, заданной на сетке равноотстоящих точек. Конечными разностями первого порядка от функции $y = f(x)$ называются следующие величины, аналогичные дифференциалам:

$$\Delta y_0 = y_1 - y_0, \Delta y_1 = y_2 - y_1, \dots, \Delta y_i = y_{i+1} - y_i, \dots$$

Конечные разности от разностей первого порядка называются конечными разностями второго порядка:

$$\Delta^2 y_0 = \Delta y_1 - \Delta y_0, \Delta^2 y_1 = \Delta y_2 - \Delta y_1, \dots, \Delta^2 y_i = \Delta y_{i+1} - \Delta y_i, \dots$$

Аналогичным образом могут быть определены конечные разности произвольного порядка. Величина $\Delta y_i = y_{i+1} - y_i$ называется конечной разностью i -го порядка функции $y = f(x)$ в точке x_i с шагом h [3].

Пример. Найдем приближенное значение функции $y = f(x)$ при данном значении аргумента x_T с помощью интерполяционного многочлена Ньютона, если функция задана в не равноотстоящих узлах таблицы при $x_T = 0,552$.

После создания -файла введем исходные данные в виде векторов:

```
%% Исходные данные
x = [0.35 0.41 0.47 0.51 0.56 0.64];
y = [2.73951 2.3008 1.96464 1.78776 1.59502 1.34310];
xt = 0.552;
```

Для вычисления искомого интерполяционного многочлена необходимо составить разделенные разности. Составим их до пятого порядка включительно:

```
%% Вычисление разделенных разностей
l = length(x);
M = zeros(l, l+1);
M(:,1) = x';
M(:,2) = y';
for c = 1:5
    M(c,3) = (M(c+1,2) - M(c,2)) / (x(c+1) - x(c));
end;
for c = 1:4
    M(c,4) = (M(c+1,3) - M(c,3)) / (x(c+2) - x(c));
end;
for c = 1:3
    M(c,5) = (M(c+1,4) - M(c,4)) / (x(c+3) - x(c));
end;
for c = 1:2
    M(c,6) = (M(c+1,5) - M(c,5)) / (x(c+4) - x(c));
end;
M(1,7) = (M(2,6) - M(1,6)) / (x(6) - x(1));
display('Матрица разделенных разностей')
display(M);
```

Запишем получаемые конечные разности в виде таблицы:

```
M = 6x7 double

0.3500    2.7395   -7.3118   14.2431  -15.2274  -102.2327   825.7057
0.4100    2.3008   -5.6027   11.8067  -36.6963   137.2220         0
0.4700    1.9646   -4.4220    6.3022   -5.1352         0         0
0.5100    1.7878   -3.8548    5.4292         0         0         0
0.5600    1.5950   -3.1490         0         0         0         0
0.6400    1.3431         0         0         0         0         0
```

По полученным результатам вычислим коэффициенты интерполяционного многочлена Ньютона:

```

xd = diag(x);
P = zeros(1-1,1);
%создание матрицы коэффициентов полиномов интерполяции
%Расчет интерполяционного многочлена
%по верхней косоj строке
%непосредственно по формулам
P(1) = M(1, 2) + M(1,3)*(xt - x(1));
for ci = 2:(1-1)
buf = 1;
for cj = 1:ci
buf = buf*(xt - x(cj));
end;
P(ci) = P(ci-1) + M(1, ci+2)*buf;
end;
format long;
display('Ответ')
display(P);
formatshort;

```

После вычисления интерполяционного многочлена Ньютона в заданной точке $x_T = 0,552$ получаем

```

P = 5x1 double
1.262519666666667
1.671067472222221
1.635251215541668
1.625151883245185
1.624499326713423

```

Искомым значением будет $P(5) = 1,6245$.

При равноотстоящих узлах интерполяции формула Ньютона с конечными разностями значительно упрощается, что делает ее предпочтительным инструментом для ручных и машинных вычислений в инженерных и научных расчетах.

Список литературы

1. Бендик, Н. В. Применение методов непараметрической статистики при выборе программных продуктов в условиях цифровизации / Н. В. Бендик, К. В. Краковская // Научные исследования и разработки к внедрению в АПК : Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых, п. Молодежный, 16–17 марта 2023 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2023. – С. 528-533. – EDN VZALNY.
2. Бодякина, Т. В. Исследование функции средствами Maple / Т. В. Бодякина, Т. Б. Власова // Вестник ИрГСХА. – 2015. – № 71. – С. 110-115. – EDN VDGGAD.
3. Бойков, Н. С. Сравнительный анализ численных методов решения нелинейных уравнений: метод Ньютона, метод хорд и метод секущих / Н. С. Бойков, К. И. Бойкова, М. И. Белозерцева // Современные машиностроительные системы, технологии и инновации: Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Воронеж, 06 марта 2026 года. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2026. – С. 76-79. – EDN IQDTVW.
4. Зоркальцев, В. И. Результаты анализа требований к методам выделения составляющих временных рядов / В. И. Зоркальцев, М. Н. Полковская // Управление большими системами: сборник трудов. – 2020. – № 88. – С. 26-40. – DOI 10.25728/ubs.2020.88.2. – EDN XFPSBE.
5. Санеева, Л. И. Сравнение вычислений интегралов с помощью кубатурных формул и метода Симпсона / Л. И. Санеева, Л. И. Назарова, Е. В. Елтошкина // Математика, ее приложения и математическое образование (МПМО17) : Материалы VI Международной конференции, Улан-Удэ - Байкал, 26 июня – 01 2017 года. – Улан-Удэ - Байкал: Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, 2017. – С. 323-326. – EDN YZDKCF.
6. Мельников, А. В. Численный метод модификации моделей, разработанных на основе метода анализа иерархий, с использованием искусственной нейронной сети / А. В. Мельников, Н. С. Кобяков // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2024. – № 4. – С. 5-21. – DOI 10.17308/sait/1995-5499/2024/4/5-21. – EDN CENQIP.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

Для чего необходимо применять графические редакторы при изучении курса «Инженерная графика»?

Будущие инженеры приходят учиться в Иркутский ГАУ без знаний черчения, т.к. в некоторых школах не изучают предмет «Черчения» (рисунок 1).

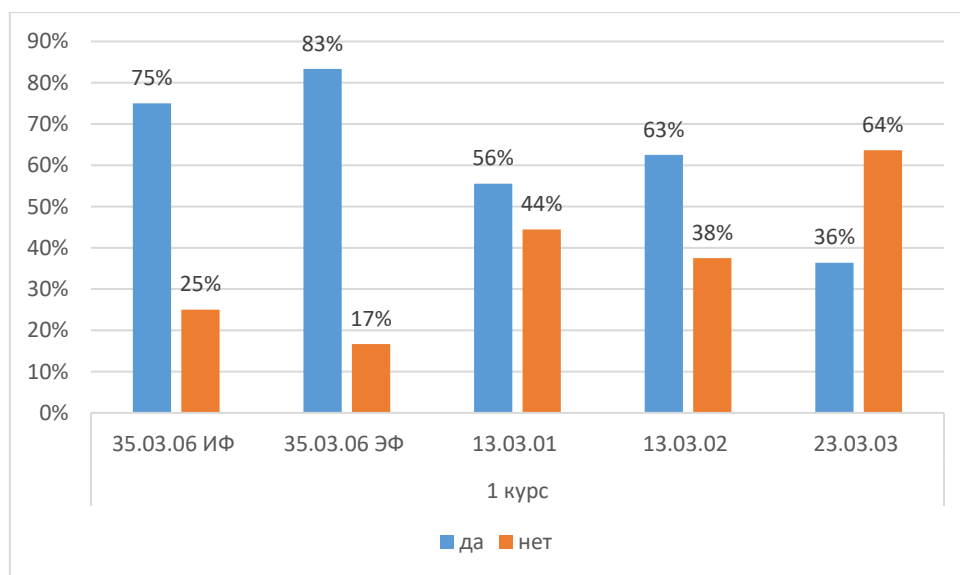


Рисунок 1 – Результаты опроса «Изучали ли вы предмет «Черчение» в школе?»

Из рисунка 1 видно, что большинство хоть и изучали предмет «Черчение» в школе, но с первым вводным заданием (построение трех видов по аксонометрическому изображению) справляются единицы (рисунок 2) [5, 7].

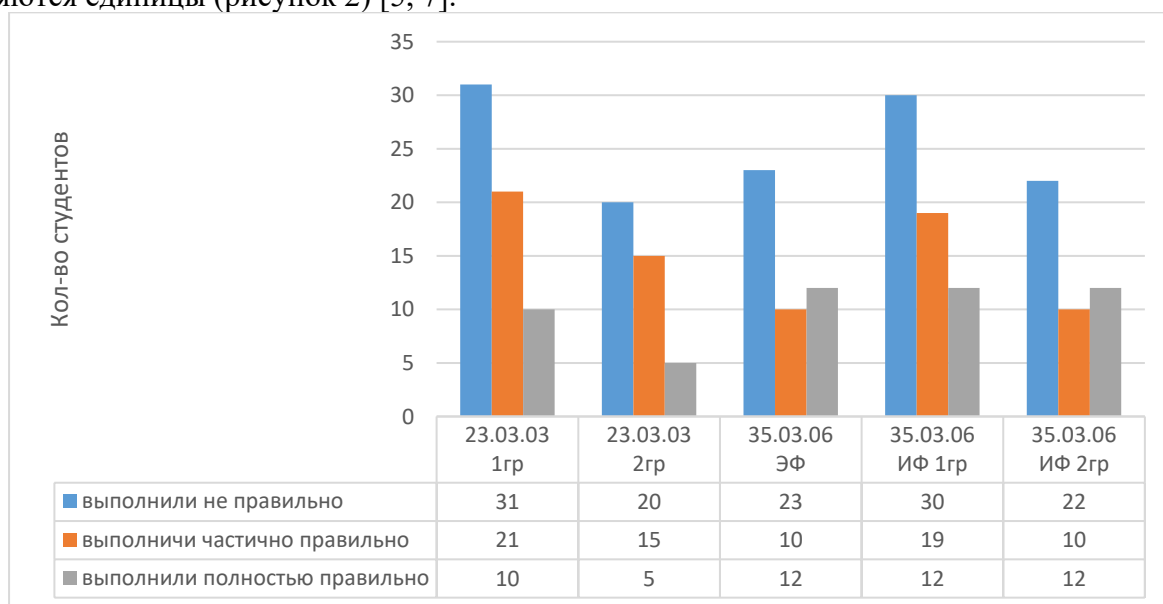


Рисунок 2 – Результаты вводного задания

Применение графического редактора Компас в предмете «Инженерная графика», позволяет справляться с графическими заданиями, не имея навыка выполнения чертежей при помощи карандаша и линейки. Дает возможность развивать пространственное мышление, что является необходимой частью профессиональной подготовки будущих специалистов [1-4, 6].

Методы математической статистики обработки данных дают возможность визуально оценить результаты данного опроса, по которым мы можем скорректировать программу учебного курса «Инженерная графика». И применять современные цифровые технологии в преподаваемом курсе.

Список литературы

1. Аносова, А. И. Подготовка студентов по дисциплине начертательная геометрия и инженерная графика в условиях компьютеризации обучения / А. И. Аносова, А. В. Косарева // Научные исследования и разработки к внедрению в АПК: Материалы всероссийской студенческой научно-практической конференции, Иркутск, 17–18 марта 2022 года. – Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2022. – С. 341-345. – EDN EYUKAN.

2. Аносова, А. И. Мониторинг качества обучения в заведениях среднего профессионального образования / А. И. Аносова, Т. Л. Горбунова, А. В. Косарева // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 97-1. – С. 50-53. – DOI 10.18411/trnio-05-2023-18. – EDN LRBQYS.

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. – EDN OLPSWW.

4. Елтошкина, Е. В. Формирование профессиональных компетенций у студентов направления 35.03.06 Агроинженерия / Е. В. Елтошкина, Т. В. Бодякина // Актуальные вопросы инженерно-технического и технологического обеспечения АПК : Материалы XI Национальной научно-практической конференции с международным участием, Иркутский ГАУ, 03–04 октября 2024 года. – Иркутский: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2024. – С. 391-396. – EDN QUUSQK.

5. Косарева, А. В. Геометрическое моделирование. Проецирование геометрических объектов: учебное пособие по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике для студентов инженерного и энергетического факультетов / А. В. Косарева, А. И. Аносова. – Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2021. – 132 с. – EDN EFUSUV.

6. Овчинникова, Н. И. Формирование и развитие вероятностно-статистического мышления студентов аграрного вуза / Н. И. Овчинникова, М. А. Быкова // Актуальные вопросы инженерно-технического и технологического обеспечения АПК : Материалы X Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 90-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки и техники РФ, доктора технических наук, профессора Терских Ивана Петровича, Молодёжный, 06–08 октября 2022 года / Редколлегия: Н.Н. Дмитриев [и др.]. – Молодёжный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2022. – С. 341-348. – EDN AQQGDO.

7. Чубарева, М. В. Особенности преподавания начертательной геометрии и инженерной графики с применением компьютерных технологий / М. В. Чубарева // Вестник ИрГСХА. – 2011. – № 42. – С. 139-147. – EDN NDKXXH.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

В Республике Таджикистан, по оценкам ботаников, произрастает свыше четырёхсот видов дикорастущих растений, обладающих лечебными свойствами [1]. Часть из них – родиола розовая (*Rhodiola rosea*), солодка голая (*Glycyrrhiza glabra*), боярышник туркестанский (*Crataegus turkestanica*), облепиха крушиновидная (*Hippophae rhamnoides*) – занесена в национальную Красную книгу либо активно заготавливается населением [3]. Однако систематизированного электронного каталога с привязкой к конкретным ущельям, хребтам и долинам (Гиссарский хребет, Вахшская долина, Памир, Зеравшан) до настоящего времени не существовало.

Сведения о лекарственных растениях Таджикистана рассеяны по печатным многотомным изданиям – «Флора Таджикской ССР», «Красная книга Таджикской ССР», отдельные статьи [5]. В горных кишлаках и на удалённых метеостанциях интернет отсутствует либо связь неустойчива. Мобильные приложения-определители (PlantNet, iNaturalist) ориентированы на флору Европы и Северной Америки, для Таджикистана дают высокий процент ошибок. Кроме того, они неработоспособны без сети. Таким образом, востребован локальный (офлайн) справочник, позволяющий быстро найти информацию о растении – его внешний вид, ареал внутри республики, лекарственные свойства и противопоказания.

Целью настоящей работы является разработка электронного справочника лекарственных растений Республики Таджикистан на платформе «1С: Предприятие 8.3», обеспечивающего автономную работу, поиск и выгрузку данных.

Для достижения цели были решены следующие задачи:

- отобраны 9 наиболее характерных видов для разных районов Таджикистана [1, 2];
- собраны и верифицированы по каждому виду ботанические, экологические и медицинские данные;
- спроектирована и реализована структура базы данных;
- создана конфигурация с формами ввода/просмотра, динамическим поиском, фильтром и отчётом;
- выполнено тестирование и отладка.

Выбор платформы «1С: Предприятие 8.3» [4] обусловлен наличием встроенных объектов метаданных («Справочник», «Отчёт»), простотой создания справочных систем, файловым режимом хранения (не требует сервера баз данных) и возможностью бесплатного использования учебной версии. Альтернативные подходы – веб-приложение (зависимость от интернета) и десктоп на C# (высокая трудоёмкость) – были отвергнуты. Для моделирования базы данных использовалось CASE-средство Erwin.

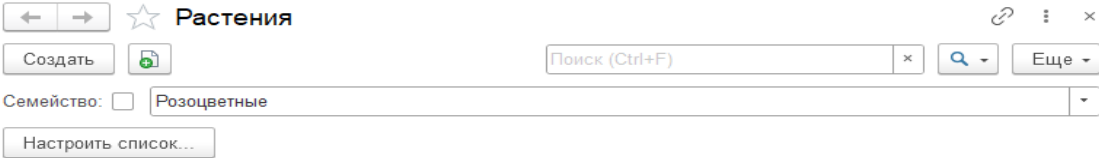
Справочник «Семейства» аккумулирует систематические названия (Толстянковые, Вересковые, Розоцветные, Бобовые и др.) с двумя реквизитами – автоматический код и наименование.

Справочник «Источники» помимо наименования содержит поля «Автор» (строка 150) и «Год» (число). Туда занесены записи: «Красная книга Таджикской ССР» (АН Таджикской ССР, 1988), «Лекарственные растения Памира» (Гаффаров К.С., 1987), «Растительные ресурсы Таджикистана» (Рахимов Р.Р., 2005).

Центральный справочник «Растения» состоит из следующих реквизитов: стандартное поле «Наименование» (русское название), «Наименование.Латинское» (строка 150), «Семейство» (ссылка на одноимённый справочник), «Источник» (необязательная ссылка на справочник источников), «Ботаническое Описание», «Места Произрастания»,

«ЛечебныеСвойства», «Противопоказания» (все – строки неограниченной длины), «Картинка» (хранилище значения для фотографии) и «ДатаВнесения» (дата, проставляется автоматически). Лечебные свойства оставлены текстовым полем, что заметно упрощает интерфейс и позволяет использовать встроенный поиск 1С по ключевым фразам. Всего в базу внесены 9 видов: родиола розовая, облепиха крушиновидная, солодка голая, зверобой продырявленный, душица обыкновенная, пустырник пятилопастной, боярышник туркестанский, шиповник (*Rosa canina*) и тысячелистник обыкновенный. Для каждого вида указаны точные места произрастания с привязкой к горным хребтам и долинам (Гиссарский хребет, Памир, Вахшская долина, Зеравшанская долина, Фанские горы, Кураминский хребет).

На рисунке 1 представлена форма списка справочника «Растения» с отображением русских и латинских названий растений.



Код	Наименование	Наименование латинское
000000001	Родиола розовая	<i>Rhodiola rosea</i>
000000002	Облепиха крушиновидная	<i>Hippophae rhamnoides</i>
000000003	Солодка голая	<i>Glycyrrhiza glabra</i>
000000004	Тысячелистник обыкновенный	<i>Achillea millefolium</i>
000000005	Душица обыкновенная	<i>Origanum vulgare</i>
000000006	Боярышник туркестанский	<i>Crataegus turkestanica</i>
000000007	Зверобой продырявленный	<i>Hypericum perforatum</i>
000000008	Шиповник (вид – <i>R. canina</i> или др.)	<i>Rosa canina</i>
000000009	Тысячелистник обыкновенный	<i>Achillea millefolium</i>

Рисунок 1 – Форма списка справочника «Растения»

В справочнике «Растения» организован динамический поиск по русскому наименованию – вводимые символы сразу фильтруют табличный список. Отбор по семейству реализован через штатный механизм отборов 1С (пользователь выбирает семейство из выпадающего перечня). Форма элемента снабжена многострочными полями для ввода больших объёмов текста и полем картинки с кнопкой загрузки JPG-файлов (программный модуль загрузки вынесен в приложение к диплому). Отчёт «ОтчетПоРастениям» построен на системе компоновки данных (СКД) с запросом, использующим левые соединения к справочникам «Семейства» и «Источники». Выходная таблица содержит колонки: русское название, латинское название, семейство, ботаническое описание, места произрастания, лечебные свойства, противопоказания, наименование источника, автор, год. Добавлена кнопка экспорта в Excel (формат XLSX); код обрабатывает пустую выборку и корректно передаёт кириллические символы.

Функциональные проверки включали создание, изменение и удаление записей. При вводе «родиол» динамический поиск мгновенно отобразил родиолу розовую. Отбор по семейству «Вересковые» сократил список до четырёх позиций. Количество строк в отчёте совпало с количеством внесённых растений. Экспорт в Excel сохранил все данные без искажения кириллицы. Попытка удалить семейство, на которое есть ссылки в растениях, блокируется – соблюдается ссылочная целостность. При пустой базе программа выдаёт сообщение «Нет данных». В ходе отладки исправлены два замечания: в форме списка колонка «Семейство» вместо ссылки стала показывать наименование; в отчёт добавлены поля «Автор» и «Год» из справочника источников. После внесения правок система работает безошибочно и стабильно.

←

→

☆

Отчет по растениям

Сформировать

Выбрать вариант...

Настройки...

Выгрузить в excel

Источники:

☐ Лекарственные растения Памира

Источник							
Семейство							
Наименование	Наименование латинское	Ботаническое описание	Места произрастания	Лечебные свойства	Противопоказания	Дата внесения	
Розоцветные	Боярышник туркестанский	Crataegus turkestanica	Кустарник или небольшое дерево высотой 3–8 м. Ветви темно-коричневые, с колючками (видоизмененные побеги). Листья очередные, яйцевидные, зубчатые. Цветки белые, собраны в щитковидные соцветия. Плоды – красные или черные шаровидные ягоды с мучнистой мякотью. Цветет в мае–июне.	Предгорья и низкогорья, ущелья рек Сырдарья, Чирчик, в районе Кураминского хребта, на южном склоне Гиссарского хребта. Встречается в приграничных с Узбекистаном районах. Эндемик Средней Азии.	Кардиотоническое, спазмолитическое, гипотензивное. Плоды и цветки боярышника укрепляют сердечную мышцу, нормализуют ритм, снижают давление. Применяют при стенокардии, тахикардии, вегетососудистой дистонии.	Артериальная гипотензия, брадикардия, выраженный атеросклероз.	16.04.2026
Толстянковые	Родиола розовая	Rhodiola rosea	Многолетнее двудомное травянистое растение высотой 15–50 см. Корневище мощное, многоглавое, с золотисто-желтым цветом на изломе, отсюда народное название «золотой корень». Стебли прямостоячие, неветвистые, обычно многочисленные. Листья очередные, сидячие, эллиптические или продолговато-яйцевидные, цельнокрайные, мясистые. Цветки желтые, однополые, собраны в щитковидные соцветия на верхушках	Высокогорья Памира (Восточный и Западный), Гиссарский хребет, горы Вахша. Встречается на каменистых склонах, берегах горных ручьев, в альпийском поясе на высоте 2500–4000 м над уровнем моря. Редкий вид, внесен в Красную книгу Таджикистана.	Адаптогенное, стимулирующее центральную нервную систему, повышает умственную и физическую работоспособность, улучшает память и внимание, ускоряет восстановление после тяжелых нагрузок. Применяется при астении, неврастении, вегетососудистой дистонии, в период реабилитации после инфекций и операций.	Индивидуальная непереносимость, выраженное психоomotorное возбуждение, гипертонический криз, пикнодра, беременность, кормление грудью, детский возраст до 12 лет. Не рекомендуется принимать во второй половине дня из-за тонизирующего эффекта.	01.04.2026

Рисунок 2 – Сформированный отчет

В итоге работы получен готовый электронный справочник лекарственных растений Республики Таджикистан:

- разработан локальный справочник, включающий 9 видов растений (родиола, облепиха, солодка, зверобой, душица, пустырник, боярышник туркестанский, шиповник, тысячелистник);
- реализованы динамический поиск, фильтрация по семейству, встроенный отчет и выгрузка в Excel;
- приложение не требует интернета, легко устанавливается за счёт файлового режима 1С.

Планируемые направления дальнейшего совершенствования:

- пополнение базы данных всеми 400 лекарственными видами, описанными для Таджикистана;
- добавление картографического модуля с нанесением ареалов на карту республики;
- создание мобильного клиента (на базе 1С для Android) или интеграция с информационным киоском.

Разработанный продукт может найти применение в учебной деятельности вузов Таджикистана (Таджикский национальный университет, Таджикский аграрный университет), в фармацевтических организациях и для самообразования.

Список литературы

1. Дадабаева, О. Дикорастущие лекарственные растения флоры Таджикистана / О. Дадабаева. — Худжанд: Рахим Джалил, 1996. — 586 с.
2. Загребельный, И. А. Состояние дикорастущей лекарственной и сопутствующей ей растительности в биоценозах / И. А. Загребельный. — DOI 10.31712/2221-7355-2018-8-2-265-271.
3. Красная книга Республики Таджикистан. — 3-е изд. — Душанбе, 2023. — URL: <https://rusneb.ru>
4. Радченко, М. Г. 1С: Предприятие 8.3. Практическое пособие разработчика. Примеры и типовые приемы / М. Г. Радченко, Е. Ю. Хрусталева. — 3-е изд. — М.: 1С-Публишинг, 2023. — 983 с. — ISBN 978-5-9677-3268-3.
5. Хомидов, Я. Р. Важнейшие дикорастущие лекарственные растения Северного Таджикистана / Я. Р. Хомидов, М. Я. Обитова, Ш. Х. Хошимзода // Ученые записки. — 2022. — № 1 (60).

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАКОНА МИНИМУМА
ЛИБИХА В АГРОИНЖЕНЕРИИ****Тармаева Т.М., Мартыненко А.И.**

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

Закон минимума Либиха говорит о том, что урожайность определяется фактором, находящимся в относительном минимуме. В агроинженерии этот принцип работает только тогда, когда он переведён на язык математики - иначе автоматическое управление машинами становится невозможным [1-3].

Математически лимитирующий фактор есть результат поэлементного деления вектора текущих значений почвенных показателей на вектор потребностей культуры с последующим поиском минимального отношения:

$$k = \arg \min \left(\frac{f_i}{p_i} \right).$$

Именно этот минимум должен увидеть бортовой компьютер опрыскивателя или посевного комплекса, чтобы принять решение: что вносить, а что - нет.

В реальной агроинженерии факторов не три (азот, фосфор, калий), а значительно больше: влажность, плотность почвы, pH, температура, содержание органики, кислород в прикорневой зоне. Все они образуют матрицу состояний поля размером $m \times n$, где m - число факторов, n - число элементарных участков. Применение закона Либиха к такой матрице рассматривается как сложный процесс операций построения вектор-столбца минимумов по каждому участку [4, 5].

Дифференцированное внесение удобрений является чистой математикой ограничений. Пусть имеется дозатор, способный регулировать подачу трёх компонентов. Закон Либиха накладывает запрет: нельзя вносить компонент, который не является лимитирующим на данном элементарном участке. Управляющий алгоритм решает систему неравенств в реальном времени, причём решение должно быть получено за миллисекунды. Только матричная форма записи позволяет это сделать.

На практике это реализуется через растровые карты полей. Каждый слой (азот, фосфор, влага) представляет собой отдельную матрицу чисел. Бортовой контроллер выполняет поэлементное деление трёх-четырёх матриц и выбирает минимальное значение. Тот фактор, чья матрица дала минимум на данном пикселе, и есть «бутылочное горлышко» по Либиху.

В агроинженерии закон минимума работает не только для почвы, но и для технических систем. Производительность машинно-тракторного агрегата лимитируется самым медленным звеном: скорость сеялки, вместимость бункера, мощность трактора, время разворота. Это тот же принцип Либиха, но для технических факторов. Матрица переходных состояний системы позволяет вычислить «узкое место» через собственные числа - наименьшее по модулю собственное число соответствует наиболее инерционному элементу, который и ограничивает производительность.

Ещё одно важное применение проявляется в оценке остаточного ресурса почвы или техники. Если построить матрицу признаков (давление в шинах, глубина хода, вибрация, температура рабочих жидкостей) и сравнить её с эталонной матрицей «здорового» состояния, то отклонение по какому-то одному признаку часто оказывается статистически значимым. И этот признак - тот самый минимум, который тянет всю систему вниз. Метод главных компонент (РСА) как раз и позволяет выделить этот скрытый лимитирующий фактор из многомерных данных.

Рассмотрим пример из практики. Поле имеет три участка: на первом минимум по азоту, на втором - по фосфору, на третьем - по влажности. Трактор с системой переменного нормирования едет по полю. Его математическое обеспечение должно в каждой точке решить: какой компонент вносить? Решением будет представлять собой нахождение минимума среди трёх чисел. Без матричного представления эта задача потребовала бы сотен условий «если-то». С матричным представлением, можно представить в виде:

$$\min \left(\frac{f_i}{p_i} \right).$$

Таким образом, закон минимума Либиха в современной агроинженерии представляет собой полноценный вычислительный алгоритм, реализуемый через матричные операции, системы неравенств и методы оптимизации. Любой интеллектуальный агрегат, который сам решает «чего сейчас не хватает растению», работает именно на этой математической базе: он вычисляет минимум, определяет его координату и выдает команду исполнительным механизмам. Без такого подхода точное земледелие остаётся красивой идеей без инженерного воплощения. Следовательно, для агроинженера умение формализовать закон Либиха в виде матриц и систем уравнений прямой инструмент управления машиной и полем. И чем глубже он это понимает, тем эффективнее будет работа вверенной ему техники [6, 7].

Список литературы

1. Дьяконов, В. П. MATLAB и Simulink в задачах моделирования транспортных машин: учебное пособие / В. П. Дьяконов. — М.: ДМК Пресс, 2020. — 284 с.
2. Багин, И. С. Моделирование линейной динамической системы с применением матриц / И. С. Багин, Е. В. Елтошкина // Аграрная наука в инновационном развитии агропромышленного комплекса Иркутской области: Материалы очно-заочной научно-практической конференции, посвященной Дню Российской науки, Иркутск, 06–07 февраля 2025 года. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2025. – С. 24-25. – EDN KWVCXU.
3. Быкова, М. А. Математика / М. А. Быкова, Е. В. Елтошкина, Н. И. Овчинникова. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – Москва: Издательско-книготорговый центр "Колос-с", 2023. – 226 с. – ISBN 978-5-00129-358-3. – EDN LGQDSI.
4. Елтошкина, Е. В. Применение цифровых систем в аграрном производстве / Е. В. Елтошкина, П. И. Ильин // 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. 49-50. – EDN NMBTSM.
5. Елтошкина, Е. В. Применение цифровых технологии в лесном хозяйстве / Е. В. Елтошкина, Н. В. Елтошкина, Е. А. Темченко // Актуальные вопросы энергетики и техники в АПК: Материалы заочной научно-практической конференции, посвященной Дню Энергетика, Иркутск, 11 декабря 2025 года. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2025. – С. 59-60. – EDN OLYQCW.
6. Либих, Ю. Химия в приложении к земледелию и физиологии растений / Ю. Либих; пер. с нем. — М.: Сельхозгиз, 1936. — 407 с.
7. Замятин, В. П. Основы теории автоматического управления наземными транспортными средствами: учебное пособие / В. П. Замятин, А. В. Назаров. — М.: Академия, 2018. — 320 с.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

Задача баллистиконавигационного обеспечения БПЛА заключается в том, что рассматривается динамическая модель БПЛА заданная в виде однородного обыкновенного дифференциального уравнения n -го порядка или системы из n однородных дифференциальных уравнений первого порядка в виде задачи КОШИ или в виде некоторой матрицы $n \times n$. Необходимо построить траекторию движения БПЛА в виде непрерывной функции $y(t)$, проходящей через n опорных точек заданного маршрута $y(t_1) = y_1, y(t_2) = y_2, \dots, y(t_n) = y_n$ с учетом ограничений на ресурсы бортовых вычислительных средств [1, 2].

В ходе предполетной подготовки, до начала движения по траектории, проводится аналитико-числовой метод планирования траектории движения БПЛА с использованием вычислительных средств бортовой системы управления или управления или наземных средств баллистиконавигационного обеспечения полетов ЛА [3] (рисунок 1).

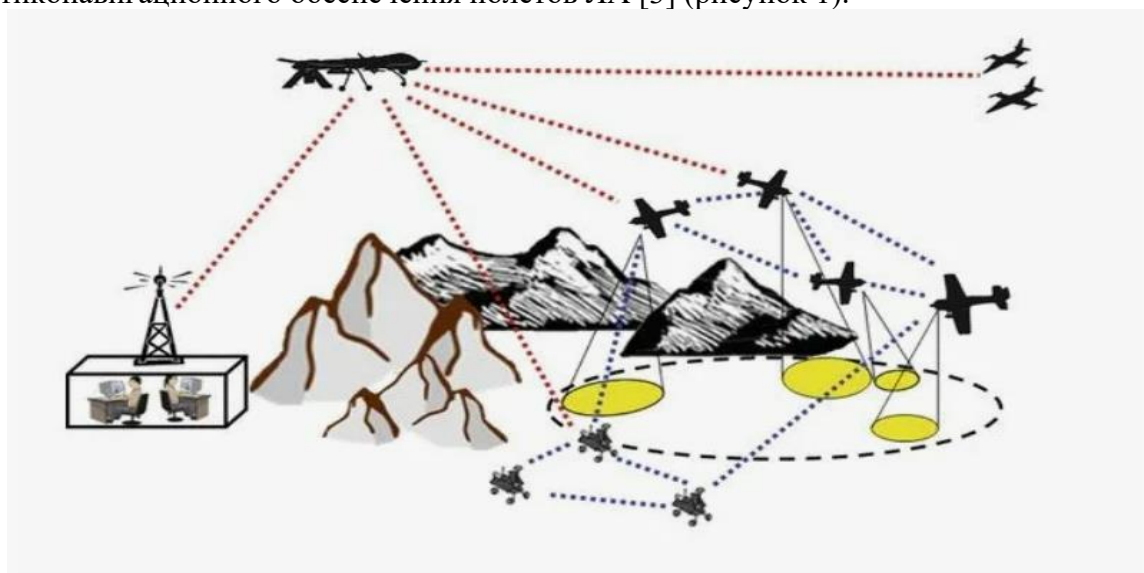


Рисунок 1 - Аналитико-числовой метод планирования траектории движения БПЛА с использованием вычислительных средств бортовой системы управления

По имеющейся приближенной математической модели летательного аппарата n -го порядка, строится характеристический полином вида:

$$L(s) = a_0 + a_1s + a_2s^2 + \dots + a_ns^n, \quad (1)$$

где a_i - постоянные коэффициенты, $i = \overline{0, n}$, s – независимая переменная.

Если порядок математической модели меньше количества опорных точек траектории, с использованием положений теории обыкновенных дифференциальных уравнений предварительно строится эквивалентная математическая модель ЛА необходимой размерности.

Для частного случая простых корней характеристического полинома ($n = p$) строится матрица базисных функций:

$$(b_{1,j}) = [e^{\lambda_1 t}, e^{\lambda_2 t}, \dots, e^{\lambda_n t}] \in R^{1 \times n},$$

где $e^{\lambda_i t}$ - i -я базисная функция, соответствующая корню λ_i . Для случая кратных корней полинома ($n = p$) матрица строится в порядке следования корней и возрастания номера корневой модификации базисной функции.

Матрица ориентации БПЛА – это матрица перехода R от неподвижного (мирового) репера $C_{e_1 e_2 e_3}$ к подвижному $C_{e'_1 e'_2 e'_3}$:

$$e'_k = r_{k1}e_1 + r_{k2}e_2 + r_{k3}e_3, k = 1, 2, 3,$$

$$R = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Тогда математическая модель камеры имеет вид:

$$\begin{pmatrix} wx \\ wy \\ w \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_x & 0 & a_x \\ 0 & f_y & a_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ -r_{21} & -r_{22} & -r_{23} \\ -r_{31} & -r_{32} & -r_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X - X_c \\ Y - Y_c \\ Z - Z_c \end{pmatrix}, \quad (3)$$

где f_x, f_y, a_x, a_y – параметры камеры.

В картографии известна система фотограмметрических уравнений, позволяющая по трехмерным координатам опорной точки $P(X, Y, Z)$, положению фотокамеры $C(X_c, Y_c, Z_c)$ и элементам матрицы ориентации самолета вычислять двумерные координаты образа $P_p(x, y)$ опорной точки и наносить точку на карту.

И затем из математической модели камеры выводится система фотограмметрических уравнений:

$$x = -f_x \frac{r_{11}(X - X_c) + r_{12}(Y - Y_c) + r_{13}(Z - Z_c)}{r_{31}(X - X_c) + r_{32}(Y - Y_c) + r_{33}(Z - Z_c)} + a_x$$

$$y = f_y \frac{r_{21}(X - X_c) + r_{22}(Y - Y_c) + r_{23}(Z - Z_c)}{r_{31}(X - X_c) + r_{32}(Y - Y_c) + r_{33}(Z - Z_c)} + a_y.$$

Список литература

1. Данчинова, А. П. Применение цифровых технологий в АПК / А. П. Данчинова, Е. В. Елтошкина // Аграрная наука в инновационном развитии агропромышленного комплекса Иркутской области: Сборник тезисов очно-заочной научно-практической конференции, посвященной Дню российской науки, п. Молодежный, 06 февраля 2026 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2026. – С. 173-174. – EDN JCIKDQ.
2. Иванова, Ж. В. О методическом обеспечении дисциплин "Математический анализ", "Современные главы математического анализа" / Ж. В. Иванова, Т. Л. Сурин // Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам: Материалы XII Международной научно-практической конференции. В двух частях, Мозырь, 05–06 марта 2020 года. – Мозырь: Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина, 2020. – С. 40-41. – EDN JWTRYK.
3. Масловская, Л. В. Численные методы. Математический анализ и дифференциальные уравнения: [учебник]: для студентов и аспирантов университетов и вузов, изучающих вычислительную математику и ее приложения, а также для специалистов по численному анализу / Л. В. Масловская, О. М. Масловская; Л. В. Масловская, О. М. Масловская. – Симферополь: Таврия, 2008. – 329 с. – ISBN 978-966-437-188-8. – EDN QJXKLP.

СОЗДАНИЕ ЧАТ-БОТА ДЛЯ АНАЛИЗА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ПРИВЫЧЕК И ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ

ТИТОВСКИЙ Г.А., Полковская М.Н.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

Современный образ жизни сопровождается высоким уровнем стресса, нарушением режима сна и нерегулярным питанием. При этом большинство людей не отслеживают собственные привычки системно, что затрудняет выявление факторов, влияющих на их самочувствие [1, 2].

С развитием цифровых технологий появились инструменты самонаблюдения (трекеры сна, питания и активности), однако многие из них либо перегружены функциональностью, либо требуют сложного взаимодействия. Чат-боты, напротив, предоставляют простой и доступный интерфейс для сбора данных.

Цель работы – разработка чат-бота, который позволяет пользователю фиксировать повседневные привычки и автоматически выявлять закономерности между поведением и состоянием здоровья.

Для наглядного представления функционирования системы разработана функциональная модель в нотации IDEF0. Основная функция «Анализ пользовательских привычек» декомпозирована на 5 подфункций (рис. 1).



Рисунок 1 – Декомпозиция функциональной модели

Система состоит из пяти компонентов.

1. Интерфейс взаимодействия (чат-бот). Пользователь вводит данные в текстовом формате. Интерфейс должен быть простым и интуитивным.
2. Модуль хранения данных. Данные сохраняются в базе данных (например, PostgreSQL) в виде записей за каждый день.
3. Модуль обработки данных. Преобразует текстовые данные в числовые значения (например, “спал плохо” → 2/5).
4. Модуль аналитики. Выполняет вычисления и выявляет зависимости между параметрами.
5. Модуль визуализации (опционально). Отображает графики и статистику.

Для каждого параметра вычисляются: среднее значение; медиана; стандартное отклонение. Это позволяет определить общее состояние пользователя (например, среднюю продолжительность сна) [3, 4].

Для выявления зависимости между параметрами используется коэффициент корреляции Пирсона. В частности, оценивается связь между длительностью сна и самочувствием; связь между питанием и уровнем энергии.

Для сглаживания данных используется метод скользящего среднего, позволяющий выявлять тренды улучшение самочувствия; ухудшение режима сна [5].

Для реализации чат-бота использованы следующие технологии:

- Telegram Bot API (или любой другой API для ботов) или веб-интерфейс;
- язык программирования: Python;
- библиотека для работы с БД: PostgreSQL.

Пример взаимодействия:

Пользователь: спал 6 часов, лег в 2:00, ел 2 раза, самочувствие 3/5.

Система: извлекает числовые значения; сохраняет запись; обновляет статистику; при накоплении данных, выдает аналитические выводы и оценку самочувствия пользователя.

Преимуществами применения чат-бота являются:

- простота реализации;
- прозрачность алгоритмов;
- отсутствие “черного ящика” (как в ИИ);
- высокая интерпретируемость результатов.

Вместе с тем имеется ряд ограничений:

- зависимость от точности вводимых данных;
- невозможность выявления сложных нелинейных зависимостей;
- необходимость накопления достаточного объема данных.

Таким образом, рассмотрен подход к созданию чат-бота для анализа пользовательских привычек без использования методов искусственного интеллекта. Предложенное решение позволяет выявлять статистические закономерности и помогать пользователю лучше понимать влияние своих действий на состояние здоровья.

Разработанный инструмент может быть полезен для формирования здоровых привычек и повышения осознанности пользователей.

Список литературы

1. Айвазян, С. А. Прикладная статистика и основы эконометрики: учебник / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян. – Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 656 с.
2. Ланин, А. В. Статистический анализ аварийных отключений в электрических сетях 10Кв / А. В. Ланин, М. Н. Полковская, А. А. Якупов // Актуальные вопросы аграрной науки. – 2019. – № 30. – С. 45-52. – EDN ZBNPXF.
3. Ли, В. Анализ данных: подход на основе Python: учебное пособие / В. Ли. – Москва: ДМК Пресс, 2021. – 320 с.
4. Овчинникова, Н. И. Формирование и развитие вероятностно-статистического мышления студентов аграрного вуза / Н. И. Овчинникова, М. А. Быкова // Актуальные вопросы инженерно-технического и технологического обеспечения АПК : Материалы X Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 90-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки и техники РФ, доктора технических наук, профессора Терских Ивана Петровича, Молодёжный, 06–08 октября 2022 года / Редколлегия: Н.Н. Дмитриев [и др.]. – Молодёжный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2022. – С. 341-348. – EDN AQQGDO.
5. Трусевич, А. А. Создание и применение чат-ботов в медицине и здравоохранении / А. А. Трусевич, К. В. Разумова, С. Н. Родионова // Медико-экологические информационные технологии - 2024 : сборник научных статей по материалам XXVII Международной научно-технической конференции, Курск, 16–17 мая 2024 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2024. – С. 48-52.

РАЗРАБОТКА ВЕБ-САЙТА ШКОЛЫ С УЧЁТОМ ТРЕБОВАНИЙ ДОСТУПНОСТИ И МУЛЬТИЯЗЫЧНОСТИ

Тожибоев А.А., Асалханов П.Г.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

Цифровая трансформация образования в Республике Узбекистан предъявляет новые требования к информационной открытости школ. Одним из ключевых инструментов обеспечения прозрачности является официальный сайт образовательного учреждения. В Специализированной общеобразовательной школе №1 (СОШ №1) Хавастского района Сырдарьинской области отсутствует официальный сайт, что затрудняет публикацию нормативных документов, новостей и организацию обратной связи с родителями [2].

Цель работы – создание веб-сайта СОШ №1 Хавастского района, отвечающего требованиям законодательства, доступного для слабовидящих пользователей и поддерживающего два языка (русский, узбекский) [1]. Для достижения цели решались задачи: анализ нормативно-правовой базы, обследование информационной инфраструктуры школы, выбор стека технологий разработки сайта, проектирование структуры и интерфейса, реализация и тестирование сайта.

В ходе предпроектного обследования школы и требований стандарта доступности WCAG [5, 6] был выбран следующий стек веб-технологий: HTML5 – для семантической разметки, CSS3 – для адаптивного оформления (медиазапросы, flexbox, grid), JavaScript – для мобильного меню, переключения версии для слабовидящих (добавление классов high-contrast и large-text с сохранением в localStorage) и демонстрационной отправки формы [3, 4].

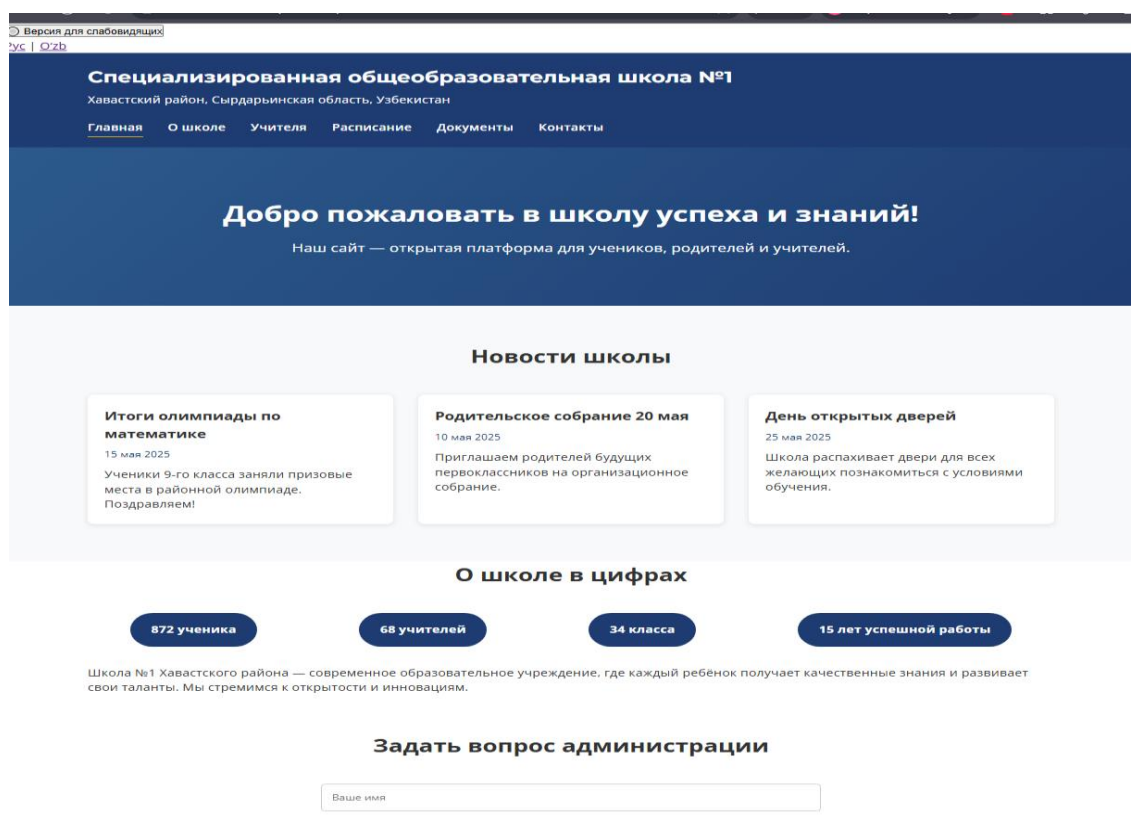


Рисунок 1 – Главная страница сайта СОШ №1

Структура сайта включает шесть страниц («Главная», «О школе», «Учителям», «Расписание», «Документы», «Контакты») на русском и узбекском языках. На сайте реализованы следующие функции:

- адаптивная вёрстка, корректно отображающаяся на настольных компьютерах, планшетах и смартфонах;
- версия для слабовидящих (чёрный фон, жёлтый текст, увеличенный шрифт), соответствующая стандарту WCAG 2.1;
- форма обратной связи с клиентской валидацией;
- мультязычность через дублирование файлов для разных языков.

На рисунке 1 представлен внешний вид главной страницы сайта (русская версия) на десктопном устройстве.

Тестирование осуществлялось в браузерах Chrome, Yandex, Edge и подтвердило корректность отображения и работы всех функций. Проверка с помощью инструментов разработчика показала отсутствие ошибок вёрстки и высокую скорость загрузки. Разработанный сайт может быть размещён на любом хостинге и использоваться на разных устройствах с доступом к Интернету. В дальнейшем возможна интеграция сайта с электронным журналом и другими цифровыми образовательными сервисами.

Таким образом, описан процесс разработки официального веб-сайта для Специализированной общеобразовательной школы №1 Хавастского района (Республика Узбекистан). Обоснован выбор архитектуры (HTML5, CSS3, JavaScript) для разработки сайта. Реализованы адаптивный дизайн, версия для слабовидящих и мультязычность. Приведены результаты тестирования, подтверждающие соответствие требованиям законодательства Республики Узбекистан и стандарту доступности WCAG.

Список литературы

1. Асалханов, П. Г. Формирование цифрового образовательного контента Иркутского ГАУ / П. Г. Асалханов, Н. В. Бендик, Н. И. Федурин // 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. – EDN YQQIZY.
2. Бодякина, Т. В. Особенности обучения иностранных студентов в аграрном вузе / Т. В. Бодякина, Е. В. Елтошкина // Климат, экология, сельское хозяйство Евразии : материалы XIV Международной научно-практической конференции, посвященной 80 - летию Победы в Великой Отечественной войне, п. Молодежный, 24–25 апреля 2025 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2025. – С. 581-586. – EDN YBMERY.
3. Елтошкина, Е. В. Применение цифровых технологий в сельском хозяйстве/ Е. В. Елтошкина, Е. А. Темченко // Актуальные вопросы энергетики и техники в АПК: Материалы заочной научно-практической конференции, посвященной Дню Энергетика, Иркутск, 11 декабря 2025 года. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2025. – С. 63-64. – EDN KBMAPK.
4. Закон Республики Узбекистан «Об образовании» (новая редакция). – Ташкент, 2020. – URL: <https://lex.uz/ru/docs/5013007>
5. Карманова, Е. В. Основы веб-дизайна: Учебно-методическое пособие / Е. В. Карманова, О. В. Безбородова. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2022. – 112 с. – ISBN 978-5-9967-2522-9. – EDN VVXQRP.
6. Назарова, С. Н. Технология создания веб сайтов/ С. Н. Назарова, Б. К. Атаджанова // Символ науки: международный научный журнал. – 2023. – № 9-2. – С. 39-40. – EDN IVMPKJ.

**ВНЕДРЕНИЕ «1С: АНАЛИТИКА» В ИНФОРМАЦИОННУЮ СИСТЕМУ
УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ ЦЕНТРА АВТОМАТИЗАЦИИ И СОПРОВОЖДЕНИЯ
ГК «ФОРУС»**

Трубникова Е.С., Полковская М.Н.

*ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский район, Россия*

Современные информационные технологии активно развиваются, что приводит к росту объемов данных, используемых в организациях. В этих условиях особую значимость приобретают инструменты бизнес-аналитики, позволяющие эффективно обрабатывать и визуализировать информацию. Одним из таких инструментов являются дашборды, обеспечивающие наглядное представление ключевых показателей деятельности.

Актуальность работы обусловлена необходимостью повышения эффективности анализа трудозатрат сотрудников и оптимизации процессов управления проектами. Использование современных аналитических систем позволяет сократить время обработки данных и повысить качество принимаемых управленческих решений [3].

Целью работы является разработка дашбордов для анализа трудозатрат сотрудников на проектах с использованием системы 1С: Аналитика [4].

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- изучение понятия дашбордов и их классификации;
- анализ существующей ВІ-системы;
- проведение обследования текущих решений;
- разработка и внедрение дашбордов.

Дашборд представляет собой инструмент визуализации данных, объединяющий различные элементы (диаграммы, таблицы, индикаторы) в едином интерфейсе. Его основная задача – преобразование больших массивов данных в удобную для восприятия форму. Дашборды выполняют следующие функции: агрегирование данных из различных источников; визуализация информации; мониторинг показателей; поддержка принятия решений.

В зависимости от назначения выделяют стратегические, тактические и операционные дашборды. Также они могут быть интерактивными или статическими, что определяет уровень взаимодействия пользователя с системой [1].

Практическая часть работы выполнена на базе ГК «Форус» – IT-компании, специализирующейся на разработке и внедрении программных решений, в том числе на платформе 1С. Практика проходила в Центре автоматизации и сопровождения, который занимается внедрением и сопровождением информационных систем [5, 6]. В ходе анализа было установлено, что в компании используется ВІ-система Power BI, интегрированная с системой ИСУП, построенной на базе 1С: Документооборот. Основным источником данных является регистр «Фактические трудозатраты» [4, 5].

Однако использование Power BI имеет ряд ограничений: сложность интеграции с продуктами 1С; необходимость дополнительных настроек ETL-процессов; зависимость от зарубежного программного обеспечения; увеличение затрат на сопровождение системы.

В связи с этим было принято решение о переходе на систему 1С: Аналитика.

Основными причинами перехода являются: реализация политики импортозамещения; нативная интеграция с платформой 1С; единая система управления доступом; снижение затрат на сопровождение.

На этапе обследования была проанализирована текущая архитектура системы, источники данных и существующие дашборды. Установлено, что все данные хранятся в регистре «Фактические трудозатраты», содержащем информацию о проектах, задачах и затраченном времени.

По результатам обследования был разработан план создания новых дашбордов. Всего было спроектировано четыре дашборда.

Первый дашборд предназначен для анализа работы сотрудников на проектах. Он позволяет оценивать фактические трудозатраты, сравнивать их с нормативными значениями и анализировать распределение рабочего времени. Второй дашборд используется для анализа трудозатрат в разрезе проектов и видов работ. Он позволяет выявлять наиболее затратные направления деятельности и анализировать динамику показателей. Третий дашборд используется для мониторинга внутренних проектов и задач. Он позволяет анализировать загрузку сотрудников и эффективность выполнения внутренних работ. Четвертый дашборд предназначен для детального анализа трудозатрат сотрудников по проектам. Он включает таблицы с разбивкой по дням и диаграммы распределения нагрузки.

Разработка дашбордов осуществлялась в системе 1С: Аналитика, которая является частью платформы «1С: Предприятие» и позволяет работать с данными без необходимости их выгрузки во внешние системы [4].

Основные особенности реализации: использование единого источника данных; применение интерактивных фильтров; возможность детализации данных; визуализация информации в виде диаграмм и таблиц.

В процессе разработки были использованы встроенные механизмы платформы, что позволило сократить время создания аналитических отчетов и повысить их гибкость.

В результате выполнения работы были достигнуты следующие результаты: проведено обследование существующей BI-системы; выявлены ограничения использования Power BI; обоснован переход на 1С: Аналитику; разработаны и внедрены четыре дашборда; улучшена наглядность и доступность аналитической информации.

Разработанные дашборды позволяют эффективно анализировать трудозатраты сотрудников, выявлять проблемные зоны и повышать эффективность управления проектами.

В дальнейшем планируется доработать расчетные показатели; улучшить интерфейс дашбордов; расширить функциональность системы; создать обучающие материалы для пользователей.

Таким образом, внедрение системы 1С: Аналитика позволяет повысить эффективность аналитических процессов и обеспечить более качественную поддержку управленческих решений.

Список литературы

1. Завьялкин, Д. В. 1С: Академия ERP. Управленческий учет: руководство / Д. В. Завьялкин, Е. В. Гаврилова, И. Б. Пальчиков. – 2-е изд., стереотипное. – Москва: 2022. – 257 с. (дата обращения: 30.03.2026).
2. Иваньо, Я. М. Моделирование устойчивого развития сельских территорий: Учебное пособие для студентов 4 курса направления 080800 – Прикладная информатика / Я. М. Иваньо, М. Н. Астафьева; Иркутская государственная сельскохозяйственная академия. – Иркутск: Иркутская государственная сельскохозяйственная академия, 2012. – 135 с.
3. Лекомцев, М. Е. База данных для сайта сто "сибавто" / М. Е. Лекомцев, Т. В. Бодякина // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, п. Молодежный, 20–21 февраля 2025 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2025. – С. 701-705. – EDN BBXYWH.
4. Петров, А. М. Business Intelligence как инструмент принятия управленческих решений: учебник / А. М. Петров. – Москва: Центркаталог, 2025. – 168 с. (дата обращения: 30.03.2026).
5. Хрусталева Е. Ю, 1С: Аналитика. BI-система в «1С: Предприятии 8»: руководство / Е. Ю. Хрусталева. – 2-е изд. – Москва: 2024. – 317 с. (дата обращения: 30.03.2026).
6. Форус. Октагон: [Электронный ресурс]. – URL: <https://students.forus.ru>

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИКИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Филиппова В.П., Полковская М.Н.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

В современных условиях развития агропромышленного комплекса математические методы являются важным инструментом решения производственных, экономических и управленческих задач [3]. Использование математических расчётов позволяет повысить эффективность сельскохозяйственного производства, оптимизировать использование ресурсов, а также снизить влияние человеческого фактора при принятии решений.

Практическое применение математики в сельском хозяйстве охватывает широкий круг направлений деятельности, включая растениеводство, животноводство, экономику предприятия и управление техникой. Математические методы используются для расчёта норм внесения удобрений, прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур, определения потребности в кормах, а также анализа производственных и финансовых показателей [1].

Особенно важную роль математические методы играют при планировании сельскохозяйственного производства. С их помощью возможно более точно распределять ресурсы, рассчитывать оптимальные сроки выполнения агротехнических мероприятий и прогнозировать результаты хозяйственной деятельности. Это позволяет снижать затраты и повышать общую эффективность производства [1, 3].

Применение математических методов позволяет:

- прогнозировать урожайность сельскохозяйственных культур;
- оптимизировать использование земельных ресурсов;
- рассчитывать нормы внесения удобрений и расход воды;
- анализировать экономическую эффективность производства;
- планировать использование сельскохозяйственной техники и трудовых ресурсов [2].

Для наглядности представлены основные области применения математики в агропромышленном комплексе (табл. 1).

Таблица 1 – Основные типы данных и их применение в аналитике АПК

Область применения	Используемые методы	Практическое значение
Растениеводство	Статистические расчёты, моделирование	Прогноз урожайности
Животноводство	Расчёт кормовых рационов	Повышение продуктивности
Экономика предприятия	Анализ и прогнозирование	Снижение затрат
Техника и оборудование	Математические расчёты	Оптимизация работы техники

Особое значение математические методы приобретают в условиях цифровизации сельского хозяйства. Использование информационных технологий, систем точного земледелия и автоматизированных платформ управления требует обработки больших объёмов данных и построения математических моделей [4]. В этих условиях математика становится основой для разработки алгоритмов анализа данных и принятия решений в режиме реального

времени.

Несмотря на широкие возможности применения математических методов, существуют определённые трудности, связанные с необходимостью подготовки специалистов, способных работать с аналитическими инструментами и современными цифровыми технологиями. Также отмечается недостаточная цифровая зрелость части сельскохозяйственных предприятий, что замедляет внедрение современных методов анализа [5].

Однако дальнейшее развитие математических методов и цифровых систем способствует повышению эффективности агропромышленного производства. В перспективе ожидается расширение использования математического моделирования, прогнозных систем и автоматизированных платформ управления производством.

Таким образом, практическое применение математики в агропромышленном комплексе является важным условием повышения производительности, рационального использования ресурсов и устойчивого развития современного сельского хозяйства.

Список литературы

1. Астафьева, М. Н. Оценка изменчивости многолетних временных рядов биопродуктивности культур в задачах оптимизации размещения посевов / М. Н. Астафьева, Я. М. Иваньо // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2013. – № 2(73). – С. 16-21. – EDN PWMEMJ.
2. Бодякина, Т. В. Межпредметная связь дискретной математики и профессиональных дисциплин для направления 09.03.03 "Прикладная информатика" / Т. В. Бодякина, Е. В. Елтошкина // Вестник педагогических наук. – 2025. – № 10. – С. 247-253. – EDN PDVVPB.
3. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство» // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации.
4. Голышева, С. П. Формирование исследовательских навыков студентов в обучении математике посредством организации самостоятельной работы / С. П. Голышева // 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. 151-156. – EDN ANQPCB.
5. 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. – EDN HZZQIJ.
6. Иваньо, Я. М. Моделирование устойчивого развития сельских территорий : Учебное пособие для студентов 4 курса направления 080800 – Прикладная информатика / Я. М. Иваньо, М. Н. Астафьева; Иркутская государственная сельскохозяйственная академия. – Иркутск : Иркутская государственная сельскохозяйственная академия, 2012. – 135 с.
7. Полковская, М. Н. О развитии цифровых платформ в России / М. Н. Полковская, Н. И. Федурин // Формализация как основа цифровой экономики : материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященная 75-летию со дня рождения и 50-летию научно-педагогической деятельности Заслуженного экономиста Российской Федерации, доктора экономических наук, профессора Ованесяна Сергея Суреновича, Иркутск, 12 декабря 2018 года. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2018. – С. 9-15. – EDN YXXJYT.
8. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 25.02.2020 № 84 «О создании национальной платформы "Цифровое сельское хозяйство"».

МАТЕМАТИКА КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ ОБЩИХ ЗАКОНОВ ПРИРОДЫ

Фролов С.А., Елтошкина Е.В.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

В современную эпоху цифровизации и междисциплинарных исследований роль математики приобретает особую значимость. Решение актуальных научных и практических задач — от моделирования климатических изменений до анализа больших данных в медицине и экономике — невозможно без применения мощных математических инструментов.

В настоящее время учёные сталкиваются с колоссальными массивами информации. Математические методы (статистика, теория вероятностей, алгоритмы машинного обучения) позволяют эффективно обрабатывать и интерпретировать эти данные.

Глобальные проблемы — изменение климата, пандемии, энергетические кризисы — требуют объединения усилий разных наук. Математика выступает в роли универсального языка коммуникации между физиками, биологами, экономистами и социологами.

Искусственный интеллект, квантовые вычисления, криптография и другие инновационные направления базируются на строгих математических принципах.

Математическое моделирование даёт возможность предсказывать природные катастрофы, экономические кризисы и распространение инфекций — что критически важно для обеспечения безопасности и устойчивого развития общества.

Современные теории (например, теория струн и квантовая гравитация) опираются на высокоабстрактные математические концепции, расширяя границы понимания устройства Вселенной.

Математика не изучает реальные объекты напрямую, а оперирует их абстрактными моделями. Это свойство позволяет выявлять структурные сходства между явлениями из различных областей знания. Универсальность математического языка проявляется в том, что одни и те же конструкции описывают процессы в физике, химии, биологии, экономике и других науках.

Математические формулы и уравнения обеспечивают чёткое и однозначное выражение закономерностей вне зависимости от конкретной научной дисциплины. Например, одно и то же дифференциальное уравнение может описывать:

- ✓ рост популяции в биологии;
- ✓ распад радиоактивного вещества в физике;
- ✓ распространение информации в социальных сетях.

Математика позволяет обнаруживать общие паттерны в разнородных процессах:

- ✓ экспоненциальный рост или затухание;
- ✓ волновые явления;
- ✓ колебательные системы.

Эти закономерности проявляются в физике, химии, биологии и экономике, демонстрируя глубинное единство природных процессов.

Математические модели предоставляют исследователям мощные инструменты, такие как имитации сложных процессов, когда прямой эксперимент затруднён или невозможен (моделирование чёрных дыр, климатических изменений) и прогнозирование поведения систем на основе установленных закономерностей (прогноз землетрясений, эпидемий, финансовых кризисов); тестирования гипотез в виртуальной среде до проведения реальных экспериментов.

Различные разделы математики находят применение в самых разных научных областях:

- статистика и теория вероятностей — в генетике, социологии, экономике;
- теория графов — в информатике, логистике, нейронауках;

- дифференциальные уравнения — в физике, инженерии, экологии;
- линейная алгебра — в машинном обучении и компьютерной графике.

Математика преобразует качественные наблюдения в количественные зависимости, что позволяет:

- проверять научные теории экспериментально;
- выполнять инженерные расчёты с высокой точностью;
- разрабатывать новые технологии на строгой научной основе.

Классические примеры формализации — законы Ньютона и уравнения Максвелла, дающие точную математическую формулировку физическим явлениям.

Примечательно, что математические структуры, созданные в рамках «чистой» математики, нередко находят практическое применение спустя годы или даже столетия.

Основные характерные примеры рождения технических наук из математики представляют собой: геометрию Лобачевского, ставшую основой для теории относительности; теория групп, используемая в квантовой физике и кристаллографии. Уравнения Навье-Стокса описывают движение жидкостей и газов, находя применение в авиации, метеорологии и океанографии. SIR-модели эпидемий помогают прогнозировать распространение заболеваний и планировать вакцинацию. Теория игр используется для анализа рыночных стратегий, политических решений и социального поведения. Криптографические алгоритмы (RSA, ECC), основанные на теории чисел, обеспечивают кибербезопасность современных информационных систем.

Таким образом, математика выступает фундаментальным инструментом научного познания, выполняя роль связующего звена между различными областями знания. Она позволяет выявлять глубинные структурные взаимосвязи, формулировать общие законы природы и объединять разрозненные научные данные в целостную картину мира.

В условиях стирания границ между дисциплинами математический подход становится ключевым фактором научного прогресса. Он не только обеспечивает объяснение уже известных явлений, но и открывает пути к новым открытиям, служа надёжным фундаментом для технологических инноваций и устойчивого развития общества в современном мире.

Список литературы

1. Елтошкина, Е. В. Применение цифровых технологии в лесном хозяйстве / Е. В. Елтошкина, Н. В. Елтошкина, Е. А. Темченко // Актуальные вопросы энергетики и техники в АПК: Материалы заочной научно-практической конференции, посвященной Дню Энергетика, Иркутск, 11 декабря 2025 года. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2025. – С. 59-60. – EDN OLYQCW.
2. Материалы круглого стола «Математика технологического лидерства»: материалы мероприятия в рамках XII Международного форума технологического развития «Технопром 2025», 29 августа 2025 г. — Новосибирск, 2025. — 45 с.
3. Михайлова, Е. В. Современные методы математического моделирования / Е. В. Михайлова // Парадигма. — 2025. — № 3. — С. 112–125 с.
4. Осипов, Г. В. Математические методы в современных социальных науках: учебное пособие / Г. В. Осипов, В. А. Лисичкин, В. А. Садовничий. — М.: Издательство Московского университета, 2026. — 348 с.
5. Чепрасов, А. М. Искусственный интеллект в сельском хозяйстве: вызовы, возможности и перспективы / А. М. Чепрасов, Т. В. Бодякина // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, п. Молодежный, 20–21 февраля 2025 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2025. – С. 783-787. – EDN DJZLAJ.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Россия

Математические матрицы являются основным инструментом линейной алгебры, позволяющим компактно описывать многомерные данные, решать системы уравнений и выполнять преобразования координат. В агроинженерии матрицы применяются для моделирования работы машинно-тракторного парка, обработки сигналов с почвенных датчиков, оптимизации внесения удобрений и анализа полевых данных [1, 2, 3, 4].

В агроинженерии матрицы позволяют описывать распределение факторов плодородия по полю, решать задачи оптимизации маршрутов техники и обрабатывать данные дистанционного зондирования (рисунок 1).



Рисунок 1 - Задачи оптимизации маршрутов техники и обрабатывание данных дистанционного зондирования

В агроинженерии матрицы применяются при:

- моделировании полевых процессов – распределение влажности, питательных веществ и pH по координатам поля описывается матрицами состояний размером $m \times n$, где каждый элемент – значение фактора в элементарном участке. Описывается изменение параметров по времени в матричной форме: $X_{t+1} = A \cdot X_t + B \cdot U_t$.

- оптимизации работы машинно-тракторного парка – задачи распределения сельхозтехники по полям, составлении графиков ТО и минимизации переездов. Они сводятся к решению систем линейных алгебраических уравнений и транспортные задачи.

- обработке данных с датчиков точного земледелия – спутниковые снимки, бортовые системы, сигналы от почвенных датчиков представлены в виде матриц и векторов. Для анализа данных требуется нахождение корреляции, регрессии и применение метода главных компонент.

- дифференцированном внесении удобрений – карта для опрыскивателя и разбрасывания формируется как результат умножения матрицы потребностей культуры и матрицы фактических показателей почвы для внесения удобрений для каждого участка.

- оценки устойчивости движения агрегатов – устойчивость движения трактора оценивается матрицей состояний; управление гидравликой, рулевым управлением и трансмиссией описывается с помощью матричных регуляторов [5, 6].

Применение матриц в агроинженерии обладает преимуществами:

- компактностью, т.е. данные по всему полю записываются в несколько матриц;
- универсальностью, т.е. алгоритмы для матриц применимы к разным видам техники и полю;
- возможностью применения цифровых технологий, т.е. математических пакетов Matcad, Matlab, Maple, языков программирования Python, специализированных ПО позволяют моделировать и оптимизировать процессы;
- автоматизацией управления, т.е. автопилотирование сельскохозяйственной техники.

Приведем примеры применения: расчет оптимального маршрута движения по полю с учетом урожайности (задачи о нахождении кратчайшего пути, матрицы расстояний); фильтрация зашумленных сигналов с датчика влажности методом Калмана (задачи нахождения матрицы ковариаций); определение зон с дефицитом азота по снимкам со спутника (задачи по нахождению матрицы культур, матрицы внесения удобрений); составление графика доставки топлива на поле (задачи о решении матричной системы ограничений, расхода топлива и времени); оценка устойчивости при работе трактора (задачи на нахождение матриц состояний) [7].

Следовательно, матрицы для агроинженерии являются универсальным инструментом для применения в профессиональной деятельности. Благодаря широкому спектру применения они позволяют оптимизировать процессы транспортировки, определять кратчайшие расстояния между пунктами, управлять внесением удобрений, распределение ресурсов и обработку данных. Без владения знаниями разделов математики невозможно освоить современные системы точечного земледелия, автопилотирования сельхозтехники и компьютерной диагностики почвенно-климатических условий, что подтверждает необходимость глубокого изучения линейной алгебры в рамках агроинженерной специальности.

Список литературы

1. Беклемишев, Д.В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры. — М.: Физматлит, 2018. — Гл. 3–5.
2. Бодякина, Т. В. Применение матричного метода при обучении бакалавров экономических направлений / Т. В. Бодякина, С. Е. Васильева, Е. В. Елтошкина // Российско-китайский научный журнал «Содружество». – 2016. – № 10. – С. 59-63. – EDN SXTAXT.
3. Дьяконов, В.П. MATLAB и Simulink в задачах моделирования транспортных машин. — М.: ДМК Пресс, 2020. — Разд. 2.3: «Матричные операции при обработке телеметрии».
4. Иванов, А.М., Соловьев, В.Д. Эксплуатация транспортно-технологических машин: математические методы. — Иркутск: ИрГАУ, 2021. — Учебное пособие, тема 4: «Матрицы в задачах диагностики».
5. Райцын, В.Я. Методы компьютерной диагностики автомобилей. — СПб.: Лань, 2021. — Разд. 4.3: «Матричные фильтры в обработке сигналов».
6. Челомбитко, С.В. Оптимизация эксплуатации машинно-тракторного парка. — М.: Инфра-М, 2020. — Гл. 3: «Матричные модели распределения ресурсов».
7. 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 высшего профессионального образования РФ Ярослава Михайловича Иваньо, Молодежный, 30 октября 2025 года. — Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, 2025. – 258 с. – EDN FJLFNX.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодежный, Иркутский район, Россия

В случае, когда тяжелый трактор (Кировец К-7М) резко начинает движение с тяжелым плугом на глинистой почве, в его валах возникает крутильный удар (рисунок 1). Если инженер при конструировании ошибется в расчетах, то вал скрутится и коробка передач стоимостью в миллион рублей разлетится в первый же день. Но на глаз это определить невозможно, поэтому нужно применить математический аппарат для расчета динамических нагрузок [1, 2, 3].



Рисунок 1 – Кировец К-7М

Чтобы не сломалась трансмиссия трактора, представляющая собой колебательную систему), агроинженер составляет дифференциальное уравнение второго порядка (закон движения Ньютона для вращения с учетом упругости металла и демпфирования):

$$J \frac{d^2 \varphi}{dt^2} + b \frac{d\varphi}{dt} + c\varphi = M_{\text{двигателя}}(t) - M_{\text{сопротивления}}(t)$$

где J — момент инерции шестерен и колес (масса металла),

$c\varphi$ — жесткость вала (как сильно он сопротивляется скручиванию),

$b \cdot \frac{d\varphi}{dt}$ — гашение удара в масле (вязкое трение),

$M(t)$ — меняющийся крутящий момент от мотора и от плуга, который зарывается в землю.

Колеса трактора буксуют в грязи, ловят занос, а потом резко вылетают на суглинистую почву. В процессе буксировки происходит мгновенный зацеп представляющий колоссальный удар по шестеренкам (сопротивление подсакивает в 5 раз). Задача инженера составить и забить полученное уравнение в программу и получить графическое изображение решения уравнения, который показывает пиковое напряжение в металле [4, 5].

Анализ графика решения уравнения указывает, что возможны следующие случаи:

- если пик выше критического, то вал лопнет. Поэтому инженер может поменять марку стали или ставит демпфер (муфту).

- если пик в норме, то трактор будет работать 10 лет без разрушений в любых режимах эксплуатации. В данном случае ничего предпринимать не надо [6, 7].

Таким образом, мы видим, что математический аппарат в агроинженерии нужен для того, чтобы техника имела оптимальные параметры и не получила повреждения при малейших и максимальных нагрузках. Дифференциальные уравнений позволяют рассчитать прочность трансмиссии еще на этапе моделирования, экономя миллионы на ремонте в разгар посевной.

Список литературы

1. Билык, С. Ю. Динамика разгона колесного трактора с полуприцепом по наклонной плоскости / С. Ю. Билык // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2. – С. 250-254. – EDN ZYXXOH.

2. Моделирование систем управления сельскохозяйственной техники / П. А. Болоев, М. К. Бураев, С. С. Ямпиллов [и др.] // Вестник ВСГУТУ. – 2023. – № 3(90). – С. 66-72. – DOI 10.53980/24131997_2023_3_66. – EDN RXNHSO.

3. Дугаров, А. С. Применение математических методов к решению технических задач / А. С. Дугаров, А. Р. Алиев // Значение научных студенческих кружков в инновационном развитии агропромышленного комплекса региона: Сборник научных тезисов студентов, п. Молодежный, 06–07 ноября 2025 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2025. – С. 164-165. – EDN WGVVGR.

4. Голышева, С. П. О двух способах решения линейных неоднородных дифференциальных уравнений с разрывной правой частью / С. П. Голышева, А. М. Свинаярева // Лучшая студенческая статья 2020: Сборник статей II Международного научно-исследовательского конкурса. В 5-ти частях, Петрозаводск, 29 ноября 2020 года. Том Часть 2. – Петрозаводск: Новая Наука», 2020. – С. 288-295. – EDN BBVKDP.

5. Кравченко, В. А. Математическая модель машинно-тракторного агрегата с УДМ в трансмиссии трактора / В. А. Кравченко, Л. В. Кравченко, В. В. Серегина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 103. – С. 251-261. – EDN TFPVBD.

6. Ломакин, Д. О. Совершенствование технологии ремонта роботизированных коробок переключения передач / Д. О. Ломакин, В. А. Кравченко, А. В. Симушкин // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – № 4-1(83). – С. 45-50. – DOI 10.33979/2073-7432-2023-4-1(83)-45-50. – EDN ZHVXTU.

7. Техническое обслуживание и ремонт автотракторных двигателей / П. А. Болоев, Т. В. Бодякина, Е. В. Елтошкина [и др.] // Вестник Бурятского государственного университета. Химия. Физика. – 2025. – № 4. – С. 31-35. – DOI 10.18101/2306-2363-2025-4-31-35. – EDN IJHBAU.

Содержание

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ Балдаев Д.С., Голышева С.П.	3
ТЕОРИЯ ГРАФОВ И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ В ИНФОРМАТИКЕ Барахтенко Д. А., Полковская М. Н.	5
РОЛЬ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ Бардаев В.А., Елтошкина Е.В.	7
ОПТИМИЗАЦИЯ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ СЕМЯН В ВАКУМНЫХ ВЫСЕВАЮЩИХ СИСТЕМАХ ТОЧНОГО ВЫСЕВА Бачаджонов А.М., Мартыненко А.И.	9
МЕТОДЫ И ПОДХОДЫ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ Беляевская М.М., Быкова М.А.	11
ПРИМЕНЕНИЕ ДВОЙНЫХ ИНТЕГРАЛОВ ДЛЯ РАСЧЕТА ОБЪЕМА ВОДЫ ПРИ ПОЛИВЕ ПОЛЯ Бирюков С. Д., Елтошкина Е. В.	13
МОДУЛЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ПЛАСТИЧНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ РАСЧЕТА НОРМЫ ВЫСЕВА СЕМЯН Бобоева Е.Б., Бендик Н.В.	15
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЭКОНОМИКЕ Быргазов В.А., Голышева С.П.	17
СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ Волков Д.А., Овчинникова Н.И.	20
РАЗРАБОТКА ОБУЧАЮЩИХ ИГР ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ НАВЫКОВ РАЦИОНАЛЬНОГО КОРМЛЕНИЯ ЖИВОТНЫХ Гиёсов Х.Х., Туктарова П.А.	22
ЧАТ-БОТ МАХ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРИЕМА И ОБРАБОТКИ ЗАЯВОК НА ПРЕДПРИЯТИИ Голышев В. К., Бодякина Т.В.	25
ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА АВТОМАТИЗАЦИИ Голышев В. К., Бодякина Т.В.	27
АВТОМАТИЗАЦИИ УЧЁТА И ОБРАБОТКИ ЗАЯВОК В IT-УТСОРСИНГОВОЙ КОМПАНИИ Градович Р.В., Полковская М.Н.	29

РОЛЬ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В РЕШЕНИИ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ СОВРЕМЕННОЙ АГРОИНЖЕНЕРИИ Грибанова К.В., Елтошкина Е.В.	31
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ПРИЁМЫ В ПРОФЕССИИ ИНЖЕНЕРА Данчинова А.П., Елтошкина Е.В.	33
ТЕОРИЯ «ПОЛЮСОВ РОСТА» Ф. ПЕРРУ И ЕЁ ПРИМЕНИМОСТЬ К САМООБЕСПЕЧЕНИЮ РЕГИОНОВ Дурхеева Д.Н., Быкова М.А.	35
РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ НА RUTRON ДЛЯ ФАКУЛЬТАТИВНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ИНФОРМАТИКЕ Ёдгоров Д.Н., Бузина Т.С.	37
МАГМАТИЧЕСКИЕ ОПЕРАТОРЫ КАК ИНСТРУМЕНТ АНАЛИЗА УСТОЙЧИВОСТИ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ Имамгулиева С.Р., Овчинникова Н.И.	39
МАТРИЧНЫЙ АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ МЕЖДУ РЕСУРСОЗАТРАТАМИ И УРОЖАЙНОСТЬЮ В АГРАРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ Калашникова К.А., Овчинникова Н.И.	41
ОПРЕДЕЛЕННЫЙ ИНТЕГРАЛ КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ РАСЧЁТА ЭКОНОМИИ УДОБРЕНИЙ ПРИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМ ИХ ВНЕСЕНИИ Калашникова К.А., Овчинникова Н.И.	43
РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ДЛЯ УЧЁТА ПРОДАЖ И РАСЧЁТА ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ РАБОТНИКОВ АВТОМОЙКИ Коваленко Г.С., Бузина Т.С.	45
ОЦЕНКИ ПЛАСТИЧНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА Котляров В.Е., Бендик Н.В.	47
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ В АГРАРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ Кузнецов Д.А., Голышева С.П.	49
О ЗАДАЧАХ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ Лапиков В.В., Бодякина Т.В.	51
ТРАНСПОРТНЫЕ МОДЕЛИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ Мороховец П.А., Елтошкина Е.В.	53
О ФУНКЦИОНАЛЬНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССА ПРИЁМА УЧЕБНО- МЕТОДИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ В ЭИОС Носиров Д.Н., Бодякина Т.В.	55

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРИЁМА УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ В ЭЛЕКТРОННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ ВУЗА Носиров Д.Н., Бодякина Т.В.	57
ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНА С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ Олехнович А.А., Быкова М.А.	59
АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К ПРИЛОЖЕНИЮ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С КЛИЕНТАМИ ТАТУ-САЛОНА Полек С.Д., Полковская М.Н.	61
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИНТЕГРИРОВАНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН Попов А.И., Илларионова А.А., Елтошкина Е.В.	63
СОЗДАНИЕ ОБРАБОТКИ API ПО ОБМЕНУ ДАННЫМИ МЕЖДУ КОНТРАГЕНТАМИ В СИСТЕМЕ 1С: УНИВЕРСИТЕТ ПРОФ Расулов Р.Р., Федурин Н.И.	65
ТЕПЛОВИЗИОННАЯ МАТРИЦА И «ПУЛЬС» ПОЛЯ Салихов Х.М., Елтошкина Е.В.	67
ЦИФРОВАЯ МАТРИЦА ПОЛЕЙ В РОБОТОТЕХНИКЕ Серых В.Н., Мартыненко А.И.	68
ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УПРОЧНЕНИЕ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН Соколова М. А., Агафонов С.В.	70
ПРИМЕНЕНИЕ МАТЛАВ ДЛЯ ИНТЕРПОЛЯЦИОННОГО МНОГОЧЛЕНА НЬЮТОНА Соколова М.А., Бодякина Т.В.	73
О ПРИМЕНЕНИИ ПРОГРАММЫ КОМПАС В ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ Соколова М.А., Косарева А.В., Аносова А.И.	75
РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО СПРАВОЧНИКА ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН НА ПЛАТФОРМЕ «1С: ПРЕДПРИЯТИЕ» Сабурзода Ф.М., Бузина Т.С.	77
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАКОНА МИНИМУМА ЛИБИХА В АГРОИНЖЕНЕРИИ Тармаева Т.М., Мартыненко А.И.	80
МЕТОДЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ БПЛА Темченко Е.А., Елтошкина Е.В.	82
СОЗДАНИЕ ЧАТ-БОТА ДЛЯ АНАЛИЗА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ПРИВЫЧЕК И ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ Титовский Г.А., Полковская М.Н.	84

РАЗРАБОТКА ВЕБ-САЙТА ШКОЛЫ С УЧЁТОМ ТРЕБОВАНИЙ ДОСТУПНОСТИ И МУЛЬТИЯЗЫЧНОСТИ	86
Тожибоев А.А., Асалханов П.Г.	
ВНЕДРЕНИЕ «1С: АНАЛИТИКА» В ИНФОРМАЦИОННУЮ СИСТЕМУ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ ЦЕНТРА АВТОМАТИЗАЦИИ И СОПРОВОЖДЕНИЯ ГК «ФОРУС»	88
Трубникова Е.С., Полковская М.Н.	
ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИКИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ	90
Филиппова В.П., Полковская М.Н.	
МАТЕМАТИКА КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ ОБЩИХ ЗАКОНОВ ПРИРОДЫ	92
Фролов С.А., Елтошкина Е.В.	
ПРИМЕНЕНИЕ МАТРИЦ В АГРОИНЖЕНЕРИИ	94
Чистякова А. В., Наумов Б.С., Бодякина Т.В.	
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ В РАСЧЕТЕ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ТРАНСМИССИИ ТРАКТОРА	96
Шарипов Д.А., Елтошкина Е.В.	