

Государственная итоговая аттестация по программе базового высшего образования направления подготовки 35.03.06 Агроинженерия (профиль – Цифровой инжиниринг)

Государственная итоговая аттестация по программе включает подготовку к сдаче и сдачу государственного экзамена, а также подготовку к процедуре защиты и защиту выпускной квалификационной работы.

Государственный экзамен проводится с целью подтверждения студентом Государственный экзамен проводится с целью подтверждения студентом уровня свободного владения понятийным аппаратом и фундаментальными знаниями в области цифровых технологий в АПК, систем точного земледелия, телематического мониторинга техники, информационного моделирования (BIM) агрообъектов, цифровых двойников технологических процессов, промышленного интернета вещей (IIoT), управления инженерными данными (PLM/PDM), а также методов машинного обучения и предиктивной аналитики для оптимизации производственных процессов в АПК, что позволяет выпускнику самостоятельно анализировать цифровые производственные данные, оптимизировать составы машинно-тракторного парка на основе телематики, проектировать архитектуры цифровых платформ управления и принимать научно обоснованные инженерно-технические и организационные решения в области цифровизации сельскохозяйственного производств.

Для проверки свободного владения понятийным аппаратом и фундаментальными знаниями вопросы и кейсы должны строиться на стыке теории и практики цифрового инжиниринга.

Государственный экзамен включает в себя теоретический вопрос и решение кейса. Примерные задания приведены ниже.

Форма и технология проведения государственного экзамена устанавливается образовательной программой и локальными нормативными актами университета.

Для подготовки ВКР студенту назначается руководитель из числа штатных ППС. Студент выбирает один из типов ВКР - конструкторско-проектная, расчетная, исследовательская, аналитическая.

Для каждого типа ВКР определены темы, которые доводятся до сведения студентов в начале выпускного курса. Студенту обеспечивается выбор типа и темы ВКР с учетом его профессиональных и научных интересов. Примерные темы ВКР в зависимости от типа приведены ниже.

Студент на ГИА должен подтвердить владения следующими ключевыми (базовыми, общепринятыми) понятиями, применяемые им в будущей профессиональной деятельности

- *Цифровой двойник.*
- *Математическое моделирование.*
- *Точное земледелие.*
- *Глобальные системы позиционирования.*
- *Геоинформационные системы (ГИС).*

- Телеметрия.
- Дистанционный мониторинг.
- ISOBUS.
- Интернет вещей (IoT, ПоТ).
- Периферийные вычисления (Edge Computing).
- Большие данные.
- Предиктивная аналитика.
- Компьютерное зрение.
- Карта предписаний.
- Дифференцированное внесение (VRA).
- Автоматизированные системы управления.
- Интеграция информационных систем.

В процессе подготовки и сдачи аттестационных испытаний студент должен продемонстрировать способность выполнять следующие профессиональные действия:

- Проектировать автоматизированные технологические процессы в агробизнесе с использованием методов математического моделирования.
- Выбирать технические средства, датчики, оборудование и программное обеспечение для автоматизированного контроля и управления производственными процессами.
- Выполнять обработку пространственных данных и формировать электронные карты полей с использованием ГИС-технологий.
- Анализировать данные телеметрии, позиционирования, датчиков и дистанционного мониторинга для обоснования инженерных решений.
- Выполнять ремонт и техническое обслуживание роботизированных и электронных подсистем сельскохозяйственной техники с использованием бортовых диагностических средств и программного обеспечения
- Разрабатывает операционно-технологические карты механизированных процессов в электронном формате с привязкой к полям
- Формировать цифровые карты предписаний для дифференцированного внесения материалов и обосновывать их параметры.
- Проектировать архитектуру интеграции бортовых, телематических и корпоративных информационных систем агропредприятия.
- Разрабатывать цифровую модель или цифровой двойник технологического процесса, технической системы либо участка агропроизводства.
- Разрабатывать предложения по внедрению предиктивной аналитики для прогнозирования отказов техники и оптимизации сервисных мероприятий.
- Подготавливать техническое задание на разработку или внедрение цифрового решения в агробизнесе.

Примерные задания для проведения государственного экзамена

Теоретические вопросы (Понятия)

Вопрос 1: Цифровая модель и цифровой двойник в инжиниринге

Что такое цифровая модель и цифровой двойник инженерного объекта? Дайте определения понятиям: *виртуальный прототип*, *цифровая тень* (digital shadow) и *цифровой двойник* (digital twin) с обратной связью. Чем цифровой двойник принципиально отличается от статичной 3D-модели? Как агроинженер или инженер-проектировщик использует цифровой двойник для прогнозирования износа оборудования, оптимизации режимов работы или оценки урожайности в зависимости от погодных сценариев?

Вопрос 2: Информационное моделирование и управление данными об объекте (PLM/PDM)

Дайте определения понятиям: *информационная модель*, *PDM-система* (управление данными об изделии) и *PLM-система* (управление жизненным циклом изделия). В чем разница между хранением чертежей в файловой системе и управлением данными в PDM? Почему для цифрового инжиниринга критически важно управлять не просто геометрией, а *атрибутивной информацией* (материалы, допуски, статусы согласования)? Опишите роль инженера по цифровым данным в обеспечении целостности и актуальности информации на всех этапах — от эскизного проекта до утилизации объекта.

Вопрос 3: Системы автоматизированного проектирования (CAD/CAE/CAM)

Что такое CAD-, CAE- и CAM-системы? Дайте определения и приведите примеры для каждой категории. В чем заключается отличие *параметрического* моделирования от *прямого* (непараметрического)? Как инженер-цифровик использует CAE-системы (инженерный анализ) для проверки прочности конструкции или гидравлических характеристик, не изготавливая физический прототип? Объясните, почему CAM-системы (подготовка управляющих программ для станков) являются связующим звеном между цифровым проектом и физическим производством.

Вопрос 4: Цифровые двойники технологических процессов и производственных систем

Что такое цифровой двойник технологического процесса? Дайте определения понятиям: *имитационное моделирование*, *дискретно-событийное моделирование* и *оптимизация расписания*. Как цифровой двойник цеха или поточной линии помогает выявить «узкие места» производства, сократить простои и снизить незавершенное производство (WIP)? Приведите пример, как инженер по цифровому моделированию

использует данные с датчиков оборудования (IIoT) для калибровки имитационной модели в реальном времени.

Вопрос 5: Промышленный интернет вещей (IIoT) и сбор телематических данных

Что такое Промышленный интернет вещей (Industrial Internet of Things, IIoT)? Дайте определения понятиям: *контроллер (PLC), SCADA-система, полевая шина и предиктивная аналитика*. Какие параметры собирают датчики на промышленном оборудовании (вибрация, температура, ток, давление) и почему эти данные называют «big data» в инжиниринге? Как цифровой инженер настраивает правила (алерты) для раннего обнаружения аномалий, чтобы предотвратить аварийные остановки, и как эти данные интегрируются с корпоративной ERP-системой?

Вопрос 6: Технологии визуализации и цифровой взаимодействия (VR/AR и BIM)

Что такое технологии виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальности в промышленности? В чем разница между полным погружением (VR) и наложением цифровой информации на реальный объект (AR)? Дайте определение **BIM-технологии** (информационное моделирование зданий и сооружений). Как AR-очки помогают слесарю-ремонтнику видеть скрытую разводку трубопроводов или подсказки по сборке узла прямо в поле зрения? Почему BIM-модель считается не просто 3D-рисунком, а единой базой данных для всех участников жизненного цикла объекта (от проектировщика до эксплуатационщика)?

Вопрос 7: Цифровая безопасность и защита инженерных данных

Что такое информационная безопасность применительно к инженерным объектам? Дайте определения понятиям: *критическая информационная инфраструктура (КИИ), уязвимость, инцидент и резервное копирование*. Почему инженерные системы (АСУ ТП, системы полива, энергоснабжения) являются привлекательной целью для кибератак? Какие меры защиты применяются на уровне сети (сегментация, межсетевое экранирование) и на уровне доступа (ролевая модель, двухфакторная аутентификация)? Как цифровой инженер должен действовать по регламенту при обнаружении подозрительной активности в управляющей системе?

Вопрос 8: Анализ данных и машинное обучение в инженерных задачах

Что такое предиктивная аналитика и как она применяется в инжиниринге? Дайте определения понятиям: *обучающая выборка, регрессия, классификация и нейронная сеть*. Приведите примеры инженерных задач, где машинное обучение эффективнее классических математических моделей (например, прогноз остаточного ресурса подшипника или классификация дефектов сварных швов по фото). Почему для внедрения AI-решений

инженеру недостаточно знать программирование — важна предметная область и умение очищать данные (Data Wrangling)?

Комплексные кейс-задания (Практические ситуации)

Кейс №1: «Анализ эффективности цифровой платформы точного земледелия и оптимизация внесения удобрений»

Описание ситуации:

Вы — главный цифровой инженер агрохолдинга. В электронной платформе точного земледелия (на базе ГИС и спутникового мониторинга) зафиксировано, что поле №14 (кукуруза на зерно, 1200 га) требует внесения азотных удобрений. Агротехнический срок — 7 дней. Прогноз погоды: через 5 дней ожидаются проливные дожди, которые приведут к вымыванию азота, если не провести внесение до них.

Вводные данные:

Электронная карта поля (NDVI-индексы за последние 14 дней) разделяет поле на 3 зоны:

- Зона А (высокий потенциал) — 400 га, норма внесения N — 140 кг/га
- Зона Б (средний потенциал) — 500 га, норма внесения N — 110 кг/га
- Зона В (низкий потенциал) — 300 га, норма внесения N — 70 кг/га
- В наличии: 2 самоходных опрыскивателя с системой дифференцированного внесения на базе GPS/ГЛОНАСС
- Производительность одного опрыскивателя — 45 га/смену (коэффициент использования сменного времени — 0,82)
- Ежедневная доступность техники по данным телематики: опрыскиватель №1 — 90%, опрыскиватель №2 — 85%
- Стоимость удобрений (аммиачная селитра) — 28 000 руб./т (азотное вещество — 34,4%)
- Базовая норма (без дифференциации) по хозяйству — 120 кг/га по всему полю
- Перерасход топлива опрыскивателей по данным телематики — +18% от норматива (норма — 8 л/га на внесение, факт — 9,44 л/га)

Вопросы к кейсу:

1. Рассчитайте, сколько всего тонн азотных удобрений потребуется при дифференцированном внесении по зонам, и сравните с расходом при базовой технологии (внесение единой нормой 120 кг/га по всему полю). На сколько % снизится расход удобрений? Определите, сколько смен потребуется двум опрыскивателям, чтобы внести удобрения на всех зонах за 5 дней до дождей (с учетом доступности техники).

2. Почему NDVI-индексы (вегетационные индексы) различаются по зонам одного поля, и как это связано с неоднородностью почвенного плодородия, рельефом и предыдущей культурой-предшественником? Какие цифровые инструменты позволяют строить карты дифференцированного внесения?

3. Проанализируйте данные телематики по перерасходу топлива опрыскивателей (+18% от нормы). Назовите основные причины (износ форсунок, низкое давление в шинах, частые развороты на коротких гонах, неоптимальный выбор передачи) и предложите конкретные меры по снижению расхода топлива с использованием цифровых инструментов (анализ маршрутов через GPS-треки, контроль давления в шинах через TPMS-датчики).

4. Составьте календарный график внесения удобрений на 5 дней с учетом выхода из строя одного опрыскивателя на 1 смену (аварийный ремонт). Как организовать цифровой контроль качества внесения (карты-задания для опрыскивателей, постобработка данных с контроллеров для проверки фактической нормы внесения)?

Кейс №2: «Внедрение предиктивной аналитики для агротехники на основе данных CAN-шины и машинного обучения»

Описание ситуации:

Анализ телематической платформы агрохолдинга за последний сезон показал, что 4 трактора из 12 вышли из строя во время посевной из-за отказов гидросистемы и топливной аппаратуры. Простои составили 22% сменного времени. Техническое обслуживание (ТО) проводилось строго по регламенту завода (каждые 500 моточасов), без учета фактических условий работы (запыленность, высокие нагрузки).

Данные по трактору №7 (John Deere 8320R, наработка 1840 моточасов):

- Расход масла через сапун (вентиляция картера) — +35% от нормы
- Температура масла в гидросистеме — превышает норму на 12°C
- Коды ошибок в CAN-шине (J1939): SPN 100 FMI 1 (низкое давление масла двигателя), SPN 650 FMI 3 (высокое напряжение генератора)
- Вибрация на механизме навески — возросла на 40% по сравнению с эталоном
- Коэффициент технической готовности (Ктг) — 0,68 (норма для данного возраста — 0,83)
- Год выпуска — 2016, гарантийный срок истек, агрегат работал на тяговых работах с плугом

Вопросы к кейсу:

1. Какие признаки «предаварийного» состояния трактора выявлены по данным CAN-шины и телематики? Почему календарное ТО (каждые 500 моточасов) не смогло предотвратить внезапные отказы в прошлом сезоне? Почему анализ временных рядов (тренд изменения параметров) важнее разовых замеров?

2. Разработайте план перехода на предиктивное обслуживание (PdM) для этого трактора: какие параметры CAN-шины необходимо мониторить в режиме реального времени (давление масла, температура ОЖ, частота вращения, напряжение, ошибки контроллеров, вибрация — через

дополнительный акселерометр) и какие пороговые значения установить для многоуровневых автоматических оповещений (желтый/красный уровень)?

3. Рассчитайте экономический эффект от внедрения системы предиктивного ТО на основе данных CAN-шины (стоимость внедрения — 120 тыс. руб. на модуль телематики с вибродатчиком): сокращение простоев с 22% до 12%, снижение расхода ГСМ на 6% за счет устранения скрытых дефектов, продление ресурса двигателя на 15%. Окупятся ли затраты за один сезон (180 дней полевых работ), если час простоя трактора с агрегатом оценивается в 3500 руб./ч (с учетом упущенной выгоды), а суточная норма выработки — 10 часов при Ктг 0,85?

4. Как изменить структуру ремонтно-диагностической службы хозяйства: какие специалисты нужны (инженер-диагност по CAN-системам, аналитик данных для обработки показателей), какое дополнительное диагностическое оборудование необходимо приобрести (J1939-адаптер, тепловизор, эндоскоп, виброанализатор) и как организовать цифровой склад запасных частей с учетом данных прогноза ресурса (автоматическое пополнение по порогу в системе учета)?

Кейс №3: «Кибератака на систему управления поливом и информационная безопасность агропредприятия»

Описание ситуации:

В разгар вегетационного периода (июль, засуха) система автоматизированного управления поливом (на базе контроллеров и SCADA) крупного овощеводческого хозяйства (полив 500 га капельным орошением) подверглась кибератаке типа «ransomware». В течение 8 часов система не работала: контроллеры не подавали команды на открытие клапанов, 10% посевов томатов получили тепловой стресс, прогнозируемые потери урожая — до 15%. Злоумышленники требовали выкуп в криптовалюте. Расследование показало, что доступ был получен через незащищенный Wi-Fi на полевом компьютере агронома, который использовался для удаленного доступа к контроллерам.

Вводные данные:

- Количество контроллеров полива — 24 шт. (управляют 48 клапанами)
- Стоимость установки системы управления поливом (оборудование + ПО) — 3,2 млн руб.
- Потери от недополива за 8 часов простоя: 500 га × 15% потери × урожайность томатов 600 ц/га × цена 12 000 руб./т (120 руб./кг)
- Восстановление управляемости через ручной обход с полей — заняло 3 часа силами 4 инженеров (оплата — 1500 руб./ч × 4 чел.)
- Затраты на внедрение защищенного VPN-шлюза с MFA (многофакторной аутентификацией) — 280 тыс. руб.
- Ежегодные затраты на обучение персонала кибергигиене — 45 тыс. руб.

Вопросы к кейсу:

1. Классифицируйте тип атаки и опишите, как злоумышленники могли проникнуть в систему управления поливом. Почему стандартный периметральный firewall не смог предотвратить инцидент и какую роль сыграл «человеческий фактор» (слабый пароль на Wi-Fi, использование одного логина для всех контроллеров)?

2. Разработайте политику информационной безопасности для АСУ ТП полива: какие принципы должны быть заложены (сегментация сетей: офисная / технологическая / SCADA-сеть, использование белых списков IP, обязательный VPN с сертификатами, ограничение доступа по времени и ролям, ведение журналов аудита). Какие параметры безопасности необходимо мониторить в режиме реального времени (неавторизованные попытки входа, изменение конфигурации контроллеров, аномальный трафик)?

3. Рассчитайте прямой экономический ущерб от 8-часового простоя системы полива (потери урожая + затраты на восстановление) и сравните с затратами на внедрение VPN-шлюза с MFA и обучением персонала. Окупится ли этот проект за один сезон, если вероятность повторной атаки оценивается как «высокая» (минимум 1 раз в год)?

4. Как перестроить регламент действий при кибератаке: какие роли и обязанности должны быть прописаны в плане реагирования (IT-специалист, инженер-электрик, агроном, руководитель), как организовать резервное ручное управление поливом (дублирующие контроллеры с локальной панелью) и как часто необходимо проводить учения по восстановлению управления (например, раз в квартал с имитацией атаки на тестовом стенде)?

Кейс №4: «Цифровая трансформация управления качеством зерна на элеваторе»

Описание ситуации:

Зернохранилище (элеватор) мощностью 100 000 т принимает зерно от 350 поставщиков (фермеров). В настоящее время учет качества ведется в бумажных журналах: при приемке отбор проб, анализ в лаборатории, результаты записываются вручную, затем вносятся в 1С (с задержкой до 24 часов). За последний квартал зафиксировано 3 случая приемки зерна с завышенной влажностью (выше 16%), что привело к самосогреванию и порче партии на 200 т. Также 5 поставщиков подали претензии на некорректный расчет зачетного веса (из-за путаницы в документах).

Вводные данные:

- Потери от порчи зерна ($200 \text{ т} \times 15 \text{ 000 руб/т}$) = 3 000 000 руб.
- Поставщиков — 350, средняя партия — 280 т, общий оборот за сезон — 98 000 т
- Стоимость внедрения цифровой платформы управления качеством (онлайн-подключение лабораторного оборудования, мобильное приложение для фермеров, единая база данных, интеграция с 1С) — 2,5 млн руб.

- Затраты на обучение персонала (лаборанты, операторы весов) — 150 тыс. руб.
- Снижение времени приема одной партии — с 45 минут до 18 минут (экономия времени операторов)
- Точность расчетов — исключение ошибок до 99% (сейчас ~8% партий имеют ошибки)

Вопросы к кейсу:

1. Спроектируйте архитектуру цифровой системы управления качеством зерна: какие модули должны входить (модуль приемки с весовой, модуль лабораторного анализа с автоматической передачей показателей влажности/белка/зараженности, модуль расчета зачетного веса и цены, модуль для фермеров с личным кабинетом, модуль интеграции с государственными системами ФГИС «Зерно»). Какие цифровые устройства и сенсоры необходимы на месте (автоматические пробоотборники, NIR-анализаторы, RFID-терминалы)?

2. Проанализируйте основные проблемы при бумажном учете (человеческий фактор — ошибки в записи, потеря документов, дублирование данных). Почему задержка внесения данных в 1С приводит к потере управленческой информации и риску порчи зерна (невозможность оперативного контроля накопления влажных партий)? Какие контрольные точки необходимы для цифровой системы: уведомление при превышении порога влажности, автоматическая блокировка приемки при нарушении регламента?

3. Оцените срок окупаемости внедрения цифровой системы (затраты 2,5 млн + обучение 150 тыс.), учитывая: а) предотвращенные потери от порчи зерна (3 млн руб. за квартал), б) снижение трудоемкости приема (сокращение времени на 27 минут × 350 партий × 12 месяцев, стоимость времени оператора — 600 руб./час), в) повышение точности расчетов (снижение претензий поставщиков на 80%, средняя сумма претензии — 45 тыс. руб., ранее — 5 претензий в год).

4. Предложите регламент цифрового управления качеством для элеватора: как организовать систему уведомлений при превышении допустимых показателей (влажность, сорная примесь, зараженность), как распределить роли и доступы в системе (приемщик — ввод данных, лаборант — подтверждение результатов, директор — утверждение отклонений), и как интегрировать эту систему с государственной системой прослеживаемости «Меркурий» или ФГИС «Зерно» для формирования электронных СДИЗ (сопроводительных документов)?

Кейс №5: «Внедрение цифрового двойника животноводческой фермы для оптимизации микроклимата»

Описание ситуации:

Молочная ферма на 1200 голов коров (беспривязное содержание) столкнулась с проблемой снижения молочной продуктивности в летний

период из-за теплового стресса. Текущая система вентиляции и туманообразования работает по фиксированному расписанию, без учета фактических параметров микроклимата в разных зонах коровника. Руководство приняло решение о внедрении цифрового двойника фермы для моделирования воздушных потоков и оптимизации режимов микроклимата в реальном времени.

Вводные данные:

- Размер коровника: 120 м × 30 м × 8 м (высота в коньке)
- Количество датчиков микроклимата (температура, влажность, CO₂, NH₃, скорость воздуха) — 48 шт. (4 зоны × 12 уровней)
- Частота опроса датчиков — 1 раз в 30 секунд
- Мощность вентиляторов — 6 шт. по 7,5 кВт + 2 шт. по 15 кВт (приточные)
- Система туманообразования — 4 насосные станции, 120 форсунок
- Среднесуточная температура в коровнике в июле (факт) — 28°C, влажность — 75%
- Оптимальные параметры: температура 18–22°C, влажность — 50–70%, скорость воздуха — 0,5–1,5 м/с
- Снижение продуктивности при тепловом стрессе — до 15% (с 28 л до 23,8 л на корову в сутки)
- Стоимость молока — 38 руб./кг (базисная жирность 3,6%)
- Затраты на создание цифрового двойника (CFD-моделирование, установка дополнительных датчиков, платформа визуализации) — 1,8 млн руб.
- Затраты на установку системы автоматического управления (контроллеры + приводы заслонок) — 450 тыс. руб.

Вопросы к кейсу:

1. Опишите, какие входные данные необходимы для построения CFD-модели (вычислительной гидродинамики) коровника. Почему для точного моделирования недостаточно только датчиков температуры и влажности — какие еще параметры важны (скорость и направление ветра снаружи, выделение тепла от животных, расположение кормового стола и поилок)?
2. Предложите архитектуру цифрового двойника: как организовать сбор данных с датчиков (проводная/беспроводная сеть LoRaWAN или Wi-Fi), в каком виде хранить исторические данные (InfluxDB, TimescaleDB), какой слой аналитики использовать для прогноза температуры на 2 часа вперед (нейросети LSTM или классические ARIMA-модели), и как сформировать рекомендации для системы управления (интеграция с PLC-контроллерами через Modbus)?
3. Рассчитайте экономический эффект от внедрения цифрового двойника, если оптимизация микроклимата позволит снизить тепловой стресс и восстановить продуктивность на 12% (с 23,8 до 26,7 л/сутки на корову). Сколько молока (в тоннах) будет дополнительно получено за 90 дней летнего

периода? Сравните полученный доход с затратами на двойник и систему автоматизации (1,8 млн + 0,45 млн = 2,25 млн руб.). Окупится ли проект за один летний сезон?

4. Разработайте алгоритм работы цифрового двойника в реальном времени: как система должна реагировать на резкое повышение температуры (например, с 22°C до 28°C за 1 час), какие приоритеты включения вентиляции/тумана должны быть заложены (например, приоритет — скорость воздуха > 1 м/с, затем — включение тумана при влажности < 70%), и как организовать интерактивный экран для зоотехника (отображение тепловых карт по зонам, прогноз на 6 часов, оповещения о критических отклонениях)?

Примерные темы проектного типа ВКР

Цель студента: разработать готовое технологическое решение для конкретного хозяйства на основе производственных данных.

Тема 1:

«Разработка цифровой платформы мониторинга и управления машинно-тракторным парком на основе телематических данных для растениеводческого предприятия площадью 2500 га в [Название региона/хозяйства]»

Тема 2:

«Проектирование системы предиктивной диагностики технического состояния тракторов на основе анализа данных CAN-шины и машинного обучения в [Название хозяйства]»

Тема 3:

«Разработка BIM-информационной модели животноводческого комплекса на 800 голов КРС с элементами цифрового управления микроклиматом и кормлением в [Название хозяйства]»

Тема 4:

«Проектирование системы управления качеством зерна на элеваторе мощностью 80 000 тонн с интеграцией в государственные системы прослеживаемости (ФГИС "Зерно") в [Название хозяйства/элеватора]»

Тема 5:

«Проектирование цифровой системы точного земледелия для агрохолдинга площадью 5000 га с использованием спутникового мониторинга и дифференцированного внесения удобрений в [Название региона/хозяйства]»

Примерные темы для исследовательского типа ВКР

Цель студента: провести полевой или лабораторный эксперимент с использованием цифровых систем сбора данных (телематика, сенсоры, спутниковый мониторинг, CAN-шина), обработать полученные данные методами математической статистики и машинного обучения, доказать или опровергнуть гипотезу о влиянии исследуемых технических или

технологических факторов на эффективность работы техники и качество выполнения технологических операций в сельском хозяйстве.

Тема 1:

«Исследование влияния точности позиционирования GPS/ГЛОНАСС-навигации на точность междурядной обработки пропашных культур (кукуруза, подсолнечник) при использовании системы автовождения»

Тема 2:

«Оценка корреляции между данными спутникового мониторинга (NDVI) и фактической урожайностью зерновых культур на различных типах почв в условиях [Название региона]»

Тема 3:

«Исследование влияния пороговых значений температуры и вибрации (по данным CAN-шины) на остаточный ресурс гидронасосов тракторов в условиях интенсивной эксплуатации»

Тема 4:

«Сравнительный анализ точности дифференцированного внесения удобрений при использовании карт урожайности предыдущих лет и данных реального времени с NIR-сенсоров (спектральный анализ растений)»

Тема 5:

«Исследование зависимости расхода топлива самоходными опрыскивателями от маршрута движения (оптимизация гонов) на основе анализа GPS-треков и построения тепловых карт перекрытий»

Для аналитического типа ВКР

Цель студента: проанализировать массив многолетних цифровых данных (телематика, спутниковый мониторинг, системы учета, ERP-системы, данные государственных информационных систем) по парку техники, посевным площадям, урожайности, материально-техническим и трудовым ресурсам одного или нескольких хозяйств, выявить скрытые закономерности, корреляции и аномалии в эксплуатации техники, выполнении технологических операций и использовании ресурсов, разработать обоснованные рекомендации по оптимизации парка техники, снижению затрат и повышению эффективности цифровых решений в АПК.

Тема 1: «Анализ динамики эксплуатационных показателей цифровизированного парка сельхозтехники в [Название хозяйства] за последние 5 лет на основе данных телематических систем и учетной документации».

Профессиональные действия в работе: сбор и систематизация многолетних данных телематических платформ (GPS-треки, наработка моточасов, расход ГСМ, коды ошибок CAN-шины, простои) за 5 лет с последующей очисткой и унификацией форматов; построение временных рядов и визуализация динамики ключевых показателей (коэффициент технической готовности, среднесуточная наработка, расход топлива на га/моточас, количество отказов) для выявления сезонных трендов и аномалий; корреляционный анализ влияния внешних факторов (вид полевых работ,

погодные условия, возраст техники, качество ТО) на эксплуатационные показатели с определением критических отклонений; построение прогнозных моделей (линейная регрессия, скользящие средние) для оценки будущей потребности в ремонтах, ГСМ и запасных частях; разработка практических рекомендаций по оптимизации структуры МТП, корректировке графиков ТОиР и режимов эксплуатации техники для повышения эффективности.

Тема 2: «Сравнительный анализ эффективности использования телематических систем мониторинга разных производителей при управлении машинно-тракторным парком в условиях [Название региона]».

Профессиональные действия в работе: выбор 3–4 телематических систем (например, Цезарь Сателлит, СКАУТ, Технониколь, GlonassSoft) и сбор данных от хозяйств региона об опыте их внедрения (стоимость, функционал, надежность); сравнительный анализ функциональных возможностей систем: точность GPS/ГЛОНАСС, наличие CAN-интерфейса, состав контролируемых параметров, интеграция с 1С и ERP, качество мобильных приложений и дашбордов; оценка совокупной стоимости владения (ТСО): затраты на оборудование, установку, лицензии, абонентскую плату, обновления и техподдержку в расчете на 1 единицу техники в год; сравнительный анализ фактической эффективности внедрения: сокращение простоев, снижение расхода ГСМ, уменьшение внеплановых ремонтов, повышение коэффициента сменности по данным хозяйств-пользователей.

Тема 3: «Аналитическая оценка влияния систем точного земледелия на урожайность и экономику возделывания зерновых культур в агрохолдингах [Название региона] на основе многолетних спутниковых и агрохимических данных».

Профессиональные действия в работе: сбор и обработка многолетних данных спутникового мониторинга (NDVI, влажность почвы, температура) по полям агрохолдингов с разделением на участки с применением и без применения технологий точного земледелия; анализ агрохимических показателей почвы (рН, гумус, NPK) в разрезе зон дифференцированного внесения и сравнение с контрольными участками без дифференциации; расчет корреляции между применением систем точного земледелия и динамикой урожайности зерновых культур за 3–5 лет с учетом погодных условий и севооборота; экономическая оценка эффективности: сравнение затрат на удобрения, СЗР и ГСМ на единицу площади, расчет себестоимости 1 тонны зерна и маржинального дохода на участках с точным земледелием и без него.