



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
дополнительного профессионального образования  
«Российская академия кадрового обеспечения агропромышленного комплекса»

РАССМОТРЕНА:

решением административного совета  
ФГБОУ ДПО РАКО АПК  
от « 2 » марта 2026 г.  
протокол № 3

УТВЕРЖДАЮ:



Ректор

Е.А. Ижмулкина

« 2 »

марта

2026 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ

«Цифровая агрономия»

Общий объем: 252 часа

Москва, 2026

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| 1. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОГРАММЫ .....             | 3  |
| 1.1. Цель реализации программы .....                   | 3  |
| 1.2. Планируемые результаты обучения.....              | 3  |
| 1.3. Содержание профессиональной программы.....        | 4  |
| 1.4. Планируемые результаты обучения.....              | 5  |
| 2. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ .....         | 9  |
| 2.1 Учебный план.....                                  | 9  |
| 2.2 Календарный учебный график .....                   | 12 |
| 2.3 Учебно-тематический план.....                      | 15 |
| 2.4 Рабочие программы учебных дисциплин (модулей)..... | 24 |
| 2.5 Формы аттестации .....                             | 31 |
| 2.6 Оценочные и методические материалы.....            | 31 |
| 2.7 Материально-технические условия .....              | 41 |

## **1. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОГРАММЫ**

### **1.1. Цель реализации программы**

Дополнительная программа профессиональной переподготовки «Цифровая агрономия» направлена на получение компетенции, необходимой для выполнения нового вида профессиональной деятельности, необходимых для выполнения профессиональных задач в области применения цифровых технологий в растениеводстве.

**Цель:** повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации и формирование комплексных компетенций по использованию цифровых технологий, данных и аналитических инструментов для повышения эффективности принятия решений в профессиональной деятельности агронома.

В результате освоения образовательной программы планируется формирование профессиональных компетенций:

Программа направлена на совершенствование следующих профессиональных компетенций:

ПК-1. Способен применять цифровые платформы и программное обеспечение для планирования, учёта и анализа агротехнологических операций в растениеводстве;

ПК-2. Способен использовать данные дистанционного зондирования, БАС и полевых сенсоров для мониторинга посевов, и принятия оперативных агрономических решений;

ПК-3. Способен работать с цифровыми почвенными и агрохимическими картами, организовывать пробоотбор с применением GPS-технологий и формировать карты-задания для дифференцированного внесения удобрений;

ПК-4. Способен применять ГИС-технологии и методы пространственного анализа для управления полями, оценки проблемных зон и планирования агротехнологических мероприятий;

ПК-5. Способен использовать инструменты аналитики данных, визуализации и базовые возможности искусственного интеллекта для прогнозирования урожайности, оценки рисков и поддержки агрономических решений;

ПК-6. Способен разрабатывать и реализовывать проекты цифровой трансформации агропредприятия с учётом интеграции данных, оценки экономической эффективности и управления изменениями.

### **1.2. Планируемые результаты обучения**

Программа разработана в соответствии со следующими нормативными-правовыми актами:

Профессиональный стандарт «Агроном», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 20 сентября 2021 года N 644н;

Распоряжение Правительства РФ от 28.07.2017 № 1632-р «Об утверждении программы "Цифровая экономика Российской Федерации"»;

Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017- 2030 годы;

Ведомственный проект Минсельхоза России «Цифровое сельское хозяйство».

|   |                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Общий объем программы:                     | 252 академических часа, включая все виды контактной и самостоятельной учебной работы. Продолжительность обучения - 2-3 месяца. Режим занятий: не более 8 часов в день.                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 2 | Целевая аудитория (категория обучающихся): | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Агрономы сельскохозяйственных предприятий.</li> <li>- Специалисты агрономической службы различного уровня.</li> <li>- Руководители агрономических служб.</li> <li>- Специалисты по точному земледелию.</li> <li>- Студенты и аспиранты аграрных вузов.</li> <li>- Другие специалисты сельскохозяйственной отрасли, желающие освоить современные цифровые технологии в агрономии.</li> </ul> |
| 3 | Форма обучения:                            | очная                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 4 | Образовательные технологии:                | дистанционные образовательные технологии и электронное обучение, индивидуальное обучение, информационно-коммуникационные технологии                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 5 | Вступительные испытания:                   | не предусмотрены                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 6 | Документ о квалификации:                   | лицам, успешно освоившим программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдается документ – диплом о профессиональной переподготовке.                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

### 1.3 Содержание профессиональной программы

Программа включает теоретическую и практическую подготовку по комплексному применению цифровых технологий в агрономии.

Теоретическая подготовка включает изучение - роли цифровых технологий в профессиональной деятельности агронома и принятия решений на основе данных; источников аграрных данных, их характеристик, методов сбора и обработки; цифровых экосистем, платформ и программного обеспечения для агрономов; основ кибербезопасности и работы с данными в агробизнесе; принципов дистанционного зондирования, вегетационных индексов и интерпретации данных мониторинга посевов; технологий работы с беспилотными авиационными системами и полевыми сенсорами; методов цифрового почвоведения и агрохимии, включая построение почвенных карт и организацию пробоотбора; основ ГИС-технологий, типов пространственных данных и методов пространственного анализа; применения искусственного интеллекта и машинного обучения для прогнозирования урожайности и анализа изображений посевов; подходов к цифровой трансформации агропредприятия и оценки экономической эффективности цифровых решений

Практическая часть обучения строится на основе данных и кейсов действующих предприятий. Слушатели работают с обезличенными производственными данными партнёрских хозяйств, реальными почвенными картами, примерами интеграции данных ДЗЗ, сенсорики и управленческих систем. По возможности организуются выездные занятия для демонстрации реальной работы техники, сенсоров и цифровых решений в полевых условиях.



Выпускники могут осуществлять профессиональную деятельность при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника.

## 1.4 Планируемые результаты обучения

### Функциональная карта вида профессиональной деятельности

Профессиональный стандарт «Агроном», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 20 сентября 2021 года № 644н;

|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Обобщенная трудовая функция | А. Выполнение работ в рамках разработанных технологий возделывания сельскохозяйственных культур                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Трудовая функция            | А/01.5. Организация работы растениеводческих бригад в соответствии с технологическими картами возделывания сельскохозяйственных культур                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Трудовые действия           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Оперативный контроль качества выполнения технологических операций растениеводческими бригадами;</li> <li>- Принятие мер по устранению, выявленных в ходе контроля качества технологических операций дефектов и недостатков.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Трудовая функция            | А/02.5. Контроль процесса развития растений в течение вегетации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Трудовые действия           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Оценка состояния сельскохозяйственных культур, в том числе в стрессовых условиях, для определения мероприятий по повышению их устойчивости;</li> <li>- Определение видового состава сорных растений и степени засоренности посевов, запаса семян сорных растений в почве с целью совершенствования системы защиты растений от сорняков;</li> <li>- Определение видового состава вредителей, плотности их популяций, вредоносности и степени повреждения растений с целью совершенствования системы защиты растений от вредителей;</li> <li>- Проведение комплексной (почвенной и растительной) диагностики питания растений с целью совершенствования системы применения удобрений;</li> </ul> |
| Обобщенная трудовая функция | В. Организация производства продукции растениеводства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Трудовая функция            | В/01.6. Разработка системы мероприятий по производству продукции растениеводства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Трудовые действия           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Сбор информации, необходимой для разработки элементов системы земледелия и технологий возделывания сельскохозяйственных культур;</li> <li>- Подготовка технологических карт возделывания сельскохозяйственных культур в части, касающейся агрономии, на основе разработанных технологий для организации рабочих процессов.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Трудовая функция            | В/02.6 Управление реализацией технологического процесса производства продукции растениеводства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Трудовые действия           | - Общий контроль реализации технологического процесса производства продукции растениеводства в соответствии с разработанными технологиями возделывания сельскохозяйственных культур.                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Обобщенная трудовая функция | D. Управление производством растениеводческой продукции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Трудовая функция            | D/01.7 Разработка стратегии развития растениеводства в организации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Трудовые действия           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Определение направлений совершенствования и повышения эффективности технологий выращивания продукции растениеводства на основе научных достижений, передового опыта отечественных и зарубежных производителей;</li> <li>- Расчет экономической эффективности применения технологических приемов, удобрений, средств защиты растений, новых сортов;</li> <li>- Планирование системы автоматизации процессов менеджмента в растениеводстве.</li> </ul> |

#### Требования к результатам обучения

| № | Профессиональные компетенции                                                                                                         | Результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | ПК-1. Способен применять цифровые платформы и программное обеспечение для планирования, учёта и анализа агротехнологических операций | <p>Знать: классы программного обеспечения для агрономов; структуру цифрового полевого журнала; принципы планирования севооборотов и операций в цифровых системах; механизмы учёта СЗР, удобрений, ГСМ.</p> <p>Уметь: работать с цифровым полевым журналом; планировать операции в агроплатформах; формировать отчётность; анализировать функционал различных агроплатформ.</p> <p>Владеть: навыками ведения цифрового учёта агротехнологических операций; методами интеграции агроплатформ с техникой.</p> |

|   |                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | ПК-2. Способен использовать данные дистанционного зондирования, БАС и полевых сенсоров для мониторинга посевов и принятия оперативных агрономических решений | Знать: основы дистанционного зондирования; вегетационные индексы; источники спутниковых снимков; типы БАС и полезной нагрузки; типы полевых сенсоров и метеостанций.<br>Уметь: интерпретировать данные ДЗЗ; работать с сервисами спутникового мониторинга; планировать полёты БАС; обрабатывать снимки и интегрировать их с контурами; использовать данные сенсоров для поддержки решений. Владеть: методами использования ДЗЗ и сенсоров для оценки состояния посевов; навыками организации полётов БАС.            |
| 3 | ПК-3. Способен работать с цифровыми почвенными и агрохимическими картами, организовывать пробоотбор с GPS и формировать карты-задания                        | Знать: почвенные и агрохимические показатели в цифровых моделях; виды почвенных карт; методы организации пробоотбора; принципы дифференцированного внесения удобрений.<br>Уметь: работать с почвенными картами в цифровой форме; организовывать пробоотбор с GPS и мобильными приложениями; строить карты обеспеченности элементами питания; формировать карты-задания.<br>Владеть: методами анализа почвенных карт и принятия агрономических решений; навыками подготовки заданий для дифференцированного внесения. |

| № | Профессиональные компетенции                                                                     | Результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | ПК-4. Способен применять ГИС-технологии и методы пространственного анализа для управления полями | Знать: основы ГИС; типы пространственных данных; системы координат; принципы работы с цифровыми моделями рельефа. Уметь: работать с контурами полей; импортировать данные; выполнять наложение слоёв; использовать ЦМР в агрономии; готовить аналитические карты. Владеть: методами пространственного анализа проблемных зон; навыками приоритизации обследований на основе пространственных данных. |

|   |                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 | ПК-5. Способен использовать инструменты аналитики данных, визуализации и ИИ для прогнозирования и поддержки решений | <p>Знать: основы искусственного интеллекта и машинного обучения; структуру данных для прогнозирования урожайности; принципы работы моделей прогноза; методы анализа изображений с помощью ИИ.</p> <p>Уметь: готовить данные для прогнозных моделей; работать с дашбордами и инструментами визуализации; использовать языковые модели и ИИ-сервисы в работе.</p> <p>Владеть: навыками критической оценки результатов работы моделей; методами визуализации аграрных данных.</p>                |
| 6 | ПК-6. Способен разрабатывать и реализовывать проекты цифровой трансформации агропредприятия                         | <p>Знать: подходы к цифровой трансформации; принципы интеграции данных и систем; методы оценки экономической эффективности цифровых решений; основы управления изменениями.</p> <p>Уметь: разрабатывать проекты цифровизации; формировать управленческую отчётность и KPI; оценивать эффективность цифровых решений; планировать обучение персонала. Владеть: методами построения единого информационного пространства предприятия; навыками управления проектами цифровой трансформации.</p> |

## 2. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

### 2.1. Учебный план

| Наименование модуля (раздела), тема занятия                                                                     | Трудоемкость, час. всего | Контактная работа, том числе, час. |                      |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|----------------------|------------------------|
|                                                                                                                 |                          | лекции                             | практические занятия | самостоятельная работа |
| 1                                                                                                               | 2                        | 3                                  | 4                    | 5                      |
| <b>1. Введение в цифровую агрономию и данные в АПК</b>                                                          | <b>36</b>                | <b>12</b>                          | <b>10</b>            | <b>10</b>              |
| 1.1. Роль цифровых технологий в профессиональной деятельности агронома, профиль "цифровых компетенций" агронома | 14                       | 6                                  | 4                    | 4                      |
| 1.2. Принятие решений на основе опыта и данных.                                                                 | 6                        | 2                                  | 2                    | 2                      |
| 1.3. Обзор цифровых экосистем и платформ в АПК                                                                  | 6                        | 2                                  | 2                    | 2                      |
| 1.4. Основы кибербезопасности и работы с данными в агробизнесе                                                  | 6                        | 2                                  | 2                    | 2                      |
| <i>Консультация</i>                                                                                             | 2                        |                                    |                      |                        |
| <i>Промежуточная аттестация</i>                                                                                 | 2                        |                                    |                      |                        |
| <b>2. Цифровые платформы и программное обеспечение для агрономов</b>                                            | <b>36</b>                | <b>12</b>                          | <b>12</b>            | <b>9</b>               |
| 2.1. Обзор классов программного обеспечения для агрономов                                                       | 5                        | 2                                  | 2                    | 1                      |
| 2.2. Цифровой полевой журнал: структура данных и функционал                                                     | 6                        | 2                                  | 2                    | 2                      |
| 2.3. Планирование севооборотов и операций в цифровых системах                                                   | 5                        | 2                                  | 2                    | 1                      |
| 2.4. Учёт СЗР, удобрений, ГСМ и формирование отчетности                                                         | 6                        | 2                                  | 2                    | 2                      |
| 2.5. Интеграция агроплатформ с сельхозтехникой и терминалами                                                    | 6                        | 2                                  | 2                    | 2                      |
| 2.6. Анализ функционала отечественных агроплатформ (кейсы)                                                      | 5                        | 2                                  | 2                    | 1                      |
| <i>Консультация</i>                                                                                             | 2                        |                                    |                      |                        |
| <i>Промежуточная аттестация</i>                                                                                 | 1                        |                                    |                      |                        |
| <b>3. Дистанционное зондирование, БАС и полевые сенсоры в растениеводстве</b>                                   | <b>36</b>                | <b>13</b>                          | <b>12</b>            | <b>8</b>               |
| 3.1. Основы дистанционного зондирования и вегетационные индексы в растениеводстве                               | 5                        | 2                                  | 2                    | 1                      |
| 3.2. Спутниковый мониторинг посевов: источники и ограничения.                                                   | 6                        | 2                                  | 2                    | 2                      |
| 3.3. Беспилотные авиационные системы: типы, полезная нагрузка и организация полётов                             | 6                        | 4                                  | 1                    | 1                      |



| Наименование модуля (раздела), тема занятия                                                                     | Трудоемкость, час. всего | Контактная работа, том числе, час. |                      |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|----------------------|------------------------|
|                                                                                                                 |                          | лекции и                           | практические занятия | самостоятельная работа |
| 1                                                                                                               | 2                        | 3                                  | 4                    | 5                      |
| 3.4. Обработка снимков БАС и интеграция с контурами полей                                                       | 5                        | 1                                  | 3                    | 1                      |
| 3.5. Полевые сенсоры и метеостанции: типы и применение                                                          | 6                        | 2                                  | 2                    | 2                      |
| 3.6. Использование ДЗЗ и сенсоров для поддержки решений в растениеводстве                                       | 5                        | 2                                  | 2                    | 1                      |
| <i>Консультация</i>                                                                                             | 2                        |                                    |                      |                        |
| <i>Промежуточная аттестация</i>                                                                                 | 1                        |                                    |                      |                        |
| <b>4. Цифровое почвоведение и агрохимия</b>                                                                     | <b>36</b>                | <b>10</b>                          | <b>15</b>            | <b>8</b>               |
| 4.1. Почвенные и агрохимические показатели в моделировании урожайности и качества продукции растениеводства     | 7                        | 2                                  | 3                    | 2                      |
| 4.2. Почвенные карты в цифровой форме: виды, источники и форматы данных                                         | 7                        | 2                                  | 4                    | 1                      |
| 4.3. Построение карт обеспеченности элементами питания. Организация пробоотбора с GPS и мобильными приложениями | 7                        | 2                                  | 3                    | 2                      |
| 4.4. Дифференцированное внесение удобрений и карты-задания                                                      | 6                        | 2                                  | 3                    | 1                      |
| 4.5. Анализ почвенных карт и принятие агрономических решений                                                    | 6                        | 2                                  | 2                    | 2                      |
| <i>Консультация</i>                                                                                             | 2                        |                                    |                      |                        |
| <i>Промежуточная аттестация</i>                                                                                 | 1                        |                                    |                      |                        |
| <b>5. ГИС и пространственный анализ в агрономии</b>                                                             | <b>36</b>                | <b>12</b>                          | <b>12</b>            | <b>9</b>               |
| 5.1. Основы ГИС: типы пространственных данных и системы координат                                               | 6                        | 2                                  | 2                    | 2                      |
| 5.2. Работа с контурами полей и импорт данных                                                                   | 6                        | 2                                  | 2                    | 2                      |
| 5.3. Наложение слоёв: почва, рельеф, ДЗЗ, урожайность                                                           | 5                        | 2                                  | 2                    | 1                      |
| 5.4. Использование цифровых моделей рельефа в агрономии                                                         | 5                        | 2                                  | 2                    | 1                      |
| 5.5. Подготовка аналитических карт для принятия решений                                                         | 6                        | 2                                  | 2                    | 2                      |



| Наименование модуля (раздела), тема занятия                                      | Трудоемкость, час. всего | Контактная работа, том числе, час. |                      |                        |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|----------------------|------------------------|
|                                                                                  |                          | лекции и                           | практические занятия | самостоятельная работа |
| 1                                                                                | 2                        | 3                                  | 4                    | 5                      |
| 5.6. Пространственный анализ проблемных зон и приоритизация обследований         | 5                        | 2                                  | 2                    | 1                      |
| <i>Консультация</i>                                                              | 2                        |                                    |                      |                        |
| <i>Промежуточная аттестация</i>                                                  | 1                        |                                    |                      |                        |
| <b>6.Искусственный интеллект и аналитика данных в растениеводстве</b>            | <b>36</b>                | <b>12</b>                          | <b>12</b>            | <b>9</b>               |
| 6.1. Введение в искусственный интеллект и машинное обучение для агрономов        | 6                        | 2                                  | 2                    | 2                      |
| 6.2. Данные для прогнозирования урожайности: структура и сбор                    | 6                        | 2                                  | 2                    | 2                      |
| 6.3. Модели прогноза урожайности и оценки рисков (концептуально)                 | 6                        | 2                                  | 2                    | 2                      |
| 6.4. Анализ изображений посевов с помощью ИИ (болезни, сорняки, стрессы)         | 5                        | 2                                  | 2                    | 1                      |
| 6.5. Дашборды и визуализация аграрных данных                                     | 5                        | 2                                  | 2                    | 1                      |
| 6.6. Использование языковых моделей и ИИ-сервисов в повседневной работе агронома | 5                        | 2                                  | 2                    | 1                      |
| <i>Консультация</i>                                                              | 2                        |                                    |                      |                        |
| <i>Промежуточная аттестация</i>                                                  | 1                        |                                    |                      |                        |
| <b>7.Цифровая трансформация агропредприятия и проектный практикум</b>            | <b>36</b>                | <b>12</b>                          | <b>11</b>            | <b>8</b>               |
| 7.1. Подходы к цифровой трансформации агропредприятия                            | 6                        | 3                                  | 1                    | 2                      |
| 7.2. Интеграция данных и систем, построение «единого окна»                       | 6                        | 2                                  | 2                    | 2                      |
| 7.3. Управленческая отчетность и KPI на основе цифровых данных                   | 5                        | 2                                  | 2                    | 1                      |
| 7.4. Оценка экономической эффективности цифровых решений                         | 5                        | 2                                  | 2                    | 1                      |
| Управление изменениями и обучение персонала цифровым инструментам                | 4                        | 2                                  | 1                    | 1                      |
| Проект цифровизации хозяйства: разработка и подготовка к защите                  | 5                        | 1                                  | 3                    | 1                      |

| Наименование<br>модуля (раздела),<br>тема занятия | Трудо-<br>емко-<br>сть,<br>час.<br>всего | Контактная работа,<br>том числе, час. |                              |                             |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
|                                                   |                                          | лекци<br>и                            | практи-<br>ческие<br>занятия | самостоятель-<br>ная работа |
| 1                                                 | 2                                        | 3                                     | 4                            | 5                           |
| Консультация                                      | 2                                        |                                       |                              |                             |
| Итоговая аттестация                               | 3                                        |                                       |                              |                             |
| <b>ИТОГО</b>                                      | <b>252</b>                               | <b>83</b>                             | <b>84</b>                    | <b>61</b>                   |

## 2.2. Календарный учебный график

| Наименование<br>модуля (раздела), тема занятия                                                                  | Трудоемко-<br>сть<br>всего, час. | Период обучения*<br>(недели, месяцы) |               |               |               |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
|                                                                                                                 |                                  | 1-2<br>неделя                        | 3-4<br>неделя | 5-6<br>неделя | 7-8<br>неделя | 9-10<br>неделя |
| 1                                                                                                               | 2                                | 3                                    | 4             | 5             | 6             |                |
| <b>1. Введение в цифровую агрономию и данные в АПК</b>                                                          | <b>36</b>                        |                                      |               |               |               |                |
| 1.1. Роль цифровых технологий в профессиональной деятельности агронома, профиль "цифровых компетенций" агронома | 14                               |                                      |               |               |               |                |
| 1.2. Принятие решений на основе опыта и данных.                                                                 | 6                                |                                      |               |               |               |                |
| 1.3. Обзор цифровых экосистем и платформ в АПК                                                                  | 6                                |                                      |               |               |               |                |
| 1.4. Основы кибербезопасности и работы с данными в агробизнесе                                                  | 6                                |                                      |               |               |               |                |
| Консультация                                                                                                    | 2                                |                                      |               |               |               |                |
| Промежуточная аттестация                                                                                        | 2                                |                                      |               |               |               |                |
| <b>2. Цифровые платформы и программное обеспечение для агрономов</b>                                            | <b>36</b>                        |                                      |               |               |               |                |
| 2.1. Обзор классов программного обеспечения для агрономов                                                       | 5                                |                                      |               |               |               |                |
| 2.2. Цифровой полевой журнал: структура данных и функционал                                                     | 6                                |                                      |               |               |               |                |
| 2.3. Планирование севооборотов и операций в цифровых системах                                                   | 5                                |                                      |               |               |               |                |
| 2.4. Учёт СЗР, удобрений, ГСМ и формирование отчетности                                                         | 6                                |                                      |               |               |               |                |
| 2.5. Интеграция агроплатформ с сельхозтехникой и терминалами                                                    | 6                                |                                      |               |               |               |                |
| 2.6. Анализ функционала отечественных агроплатформ (кейсы)                                                      | 5                                |                                      |               |               |               |                |

|                                                                                                                 |           |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--|--|--|--|--|
| <i>с</i>                                                                                                        | 2         |  |  |  |  |  |
| <i>Промежуточная аттестация</i>                                                                                 | 1         |  |  |  |  |  |
| <b>3. Дистанционное зондирование, БАС и полевые сенсоры в растениеводстве</b>                                   | <b>36</b> |  |  |  |  |  |
| 3.1. Основы дистанционного зондирования и вегетационные индексы в растениеводстве                               | 5         |  |  |  |  |  |
| 3.2. Спутниковый мониторинг посевов: источники и ограничения. Программы                                         | 6         |  |  |  |  |  |
| 3.3. Беспилотные авиационные системы: типы, полезная нагрузка и организация полётов                             | 6         |  |  |  |  |  |
| 3.4. Обработка снимков БАС и интеграция с контурами полей                                                       | 5         |  |  |  |  |  |
| 3.5. Полевые сенсоры и метеостанции: типы и применение                                                          | 6         |  |  |  |  |  |
| 3.6. Использование ДЗЗ и сенсоров для поддержки решений в растениеводстве                                       | 5         |  |  |  |  |  |
| <i>Консультация</i>                                                                                             | 2         |  |  |  |  |  |
| <i>Промежуточная аттестация</i>                                                                                 | 1         |  |  |  |  |  |
| <b>4. Цифровое почвоведение и агрохимия</b>                                                                     | <b>36</b> |  |  |  |  |  |
| 4.1. Почвенные и агрохимические показатели в моделировании урожайности и качества продукции растениеводства     | 7         |  |  |  |  |  |
| 4.2. Почвенные карты в цифровой форме: виды, источники и форматы данных                                         | 7         |  |  |  |  |  |
| 4.3. Построение карт обеспеченности элементами питания. Организация пробоотбора с GPS и мобильными приложениями | 7         |  |  |  |  |  |
| 4.4. Дифференцированное внесение удобрений и карты-задания                                                      | 6         |  |  |  |  |  |
| 4.5. Анализ почвенных карт и принятие агрономических решений                                                    | 6         |  |  |  |  |  |
| <i>Консультация</i>                                                                                             | 2         |  |  |  |  |  |
| <i>Промежуточная аттестация</i>                                                                                 | 1         |  |  |  |  |  |

|                                                                                  |           |  |  |  |  |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|--|--|--|--|--|
| <b>5.ГИС и пространственный анализ в агрономии</b>                               | <b>36</b> |  |  |  |  |  |
| 5.1. Основы ГИС: типы пространственных данных и системы координат                | 6         |  |  |  |  |  |
| 5.2. Работа с контурами полей и импорт данных                                    | 6         |  |  |  |  |  |
| 5.3. Наложение слоёв: почва, рельеф, ДЗЗ, урожайность                            | 5         |  |  |  |  |  |
| 5.4. Использование цифровых моделей рельефа в агрономии                          | 5         |  |  |  |  |  |
| 5.5. Подготовка аналитических карт для принятия решений                          | 6         |  |  |  |  |  |
| 5.6. Пространственный анализ проблемных зон и приоритизация обследований         | 5         |  |  |  |  |  |
| <i>Консультация</i>                                                              | 2         |  |  |  |  |  |
| <i>Промежуточная аттестация</i>                                                  | 1         |  |  |  |  |  |
| <b>6.Искусственный интеллект и аналитика данных в растениеводстве</b>            | <b>36</b> |  |  |  |  |  |
| 6.1. Введение в искусственный интеллект и машинное обучение для агрономов        | 6         |  |  |  |  |  |
| 6.2. Данные для прогнозирования урожайности: структура и сбор                    | 6         |  |  |  |  |  |
| 6.3. Модели прогноза урожайности и оценки рисков (концептуально)                 | 6         |  |  |  |  |  |
| 6.4. Анализ изображений посевов с помощью ИИ (болезни, сорняки, стрессы)         | 5         |  |  |  |  |  |
| 6.5. Дашборды и визуализация аграрных данных                                     | 5         |  |  |  |  |  |
| 6.6. Использование языковых моделей и ИИ-сервисов в повседневной работе агронома | 5         |  |  |  |  |  |
| <i>Консультация</i>                                                              | 2         |  |  |  |  |  |
| <i>Промежуточная аттестация</i>                                                  | 1         |  |  |  |  |  |
| <b>7.Цифровая трансформация агропредприятия и проектный практикум</b>            | <b>36</b> |  |  |  |  |  |

|                                                                        |          |  |  |  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------|----------|--|--|--|--|--|
| 7.1. Подходы к цифровой трансформации агропредприятия                  | 6        |  |  |  |  |  |
| 7.2. Интеграция данных и систем, построение «единого окна»             | 6        |  |  |  |  |  |
| 7.3. Управленческая отчётность и KPI на основе цифровых данных         | 5        |  |  |  |  |  |
| 7.4. Оценка экономической эффективности цифровых решений               | 5        |  |  |  |  |  |
| 7.5. Управление изменениями и обучение персонала цифровым инструментам | 4        |  |  |  |  |  |
| 7.6. Проект цифровизации хозяйства: разработка и подготовка к защите   | 5        |  |  |  |  |  |
| Консультация                                                           | 2        |  |  |  |  |  |
| <b>Итоговая аттестация</b>                                             | <b>3</b> |  |  |  |  |  |

### 2.3. Учебно-тематический план

| Наименование модуля (раздела), тема занятия                                                                     | Трудоемкость, час. | Краткое содержание лекций                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Тема практических работ                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                               | 2                  | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 4                                                                                     |
| <b>1. Введение в цифровую агрономию и данные в АПК</b>                                                          |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                       |
| 1.1. Роль цифровых технологий в профессиональной деятельности агронома, профиль "цифровых компетенций" агронома | 14                 | Понятие цифровой агрономии и уровни цифровизации АПК. Переход от интуитивных решений к решениям на основе данных. Основные блоки: сбор данных, хранение, анализ, принятие решений. Роль агронома как куратора данных. Примеры эффекта цифровизации в урожайности и управляемости.                                                  | Самодиагностика цифровых компетенций агронома и анализ уровней цифровизации хозяйства |
| 1.2. Принятие решений на основе опыта и данных.                                                                 | 6                  | Источники аграрных данных и их характеристики. Сбор, обработка и анализ данных (статистические (пространственные, временные ряды) и геоаналитика). Какие данные есть в агрономии: почвенные, метеорологические, технологические, производственные, экономические. Источники данных: лаборатории, датчики, техника, государственные | Разбор реальных табличных файлов хозяйства, инвентаризация источников данных          |

|                                                                      |   |                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                      |   | системы, коммерческие сервисы. Форматы данных: таблицы, карты, отчёты, API. Надёжность и актуальность источников.                                                                                                                             |                                                                                       |
| 1.3. Обзор цифровых экосистем и платформ в АПК                       | 6 | Табличные, пространственные и временные ряды данных. Качество данных: полнота, точность, актуальность, согласованность. Влияние ошибок в данных на аналитику и ИИ. Минимальные требования к качеству данных для работы цифровых инструментов. | Обзор демо-аккаунтов цифровых платформ                                                |
| 1.4. Основы кибербезопасности и работы с данными в агробизнесе       | 6 | Риски утечки данных. Базовые правила: пароли, права доступа, резервное копирование. Работа с внешними исполнителями и сервисами. Чек-листы безопасной работы с данными хозяйства.                                                             | Разработка чек-листа безопасной работы с данными агропредприятия                      |
| Консультация                                                         | 2 |                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                       |
| Промежуточная аттестация                                             | 2 |                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                       |
| <b>2. Цифровые платформы и программное обеспечение для агрономов</b> |   |                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                       |
| 2.1. Обзор классов программного обеспечения для агрономов            | 5 | Платформы точного земледелия, ERP-системы, CRM, ГИС, мобильные приложения. Пользователи каждой системы. Варианты внедрения: облако, on-premise. Схема обмена данными между системами.                                                         | Классификация и сопоставление программных решений для агрономической службы хозяйства |
| 2.2. Цифровой полевой журнал: структура данных и функционал          | 6 | Основные сущности полевого журнала: поле, культура, операция, техника, материалы. Требования к данным: даты, дозы, исполнители, фактические площади. Ведение журнала в мобильном и веб-интерфейсе. Типичные ошибки заполнения.                | Заведение полей и севооборота в демоверсии агроплатформы                              |
| 2.3. Планирование севооборотов и операций в цифровых системах        | 5 | Создание схемы севооборота и ротации культур. Планирование операций: посев, обработки, удобрения, уборка. Связка планов с ресурсами. Сценарное планирование.                                                                                  | Заполнение цифрового полевого журнала                                                 |
| 2.4. Учёт СЗР, удобрений, ГСМ и                                      | 6 | Ведение складского учёта: партии, сроки годности,                                                                                                                                                                                             | Моделирование схемы учёта                                                             |



|                                                                                   |   |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| формирование отчётности                                                           |   | остатки. Связка склада с полевыми операциями. Формирование отчётов по культуре, полю, периоду. Контроль фактических доз.                                                                                                                                     | материальных ресурсов и формирование отчёта по полю                              |
| 2.5. Интеграция агроплатформ с сельхозтехникой и терминалами                      | 6 | Обмен заданиями (карты-задания) и результатами (фактические треки, дозы). Поддерживаемые форматы. Типичные проблемы совместимости. Ответственность за перенос данных                                                                                         | Разбор процесса интеграции с техникой                                            |
| 2.6. Анализ функционала отечественных агроплатформ (кейсы)                        | 5 | Обзор 2-3 отечественных платформ: ключевой функционал, сценарии использования. Сравнительный анализ под задачи разных типов хозяйств. Чек-лист критериев выбора платформы.                                                                                   | Оценка функционала агроплатформы по чек-листу требований хозяйства               |
| Консультация                                                                      | 2 |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                  |
| Промежуточная аттестация                                                          | 1 |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                  |
| <b>3 Дистанционное зондирование, БАС и полевые сенсоры в растениеводстве</b>      |   |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                  |
| 3.1. Основы дистанционного зондирования и вегетационные индексы в растениеводстве | 5 | Принцип дистанционного зондирования: отражение света, спектральные диапазоны, мультиспектральная съёмка. Основные индексы (NDVI, NDRE, EVI) и их агрономический смысл. Ограничения: насыщение индексов, влияние почвы, облачность.                           | Сравнительный анализ карт вегетационных индексов и фотографий полей              |
| 3.2. Спутниковый мониторинг посевов: источники и ограничения. Программы           | 6 | Популярные источники спутниковых снимков: Sentinel-2, Landsat, коммерческие решения. Пространственное и временное разрешение. Типичные сценарии использования: контроль посевов, оценка развития культур. Реалистичные ожидания от спутникового мониторинга. | Работа в онлайн-сервисах спутникового мониторинга (просмотр NDVI, сравнение дат) |
| 3.3. Беспилотные авиационные системы: типы, полезная                              | 6 | Мультикоптер vs самолётного типа, их преимущества и недостатки. Камеры: RGB,                                                                                                                                                                                 | Возможен полевой выезд для                                                       |

|                                                                                                             |   |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| нагрузка и организация полётов                                                                              |   | мультиспектральные, тепловизоры. Планирование миссий, безопасность, нормативно-правовое регулирование. Практический взгляд: что реально нужно хозяйству. Организационные риски.                                                                   | демонстрации БАС и сенсоров                                                                     |
| 3.4. Обработка снимков БАС и интеграция с контурами полей                                                   | 5 | Стекинг снимков и базовые настройки. Геопривязка к контурам полей, экспорт в ГИС и агроплатформы. Получение карт высоты, индексов, плотности растений. На что обращать внимание при заказе работ у подрядчика.                                    | Создание карты индекса по данным БАС и привязка к контурам полей                                |
| 3.5. Полевые сенсоры и метеостанции: типы и применение                                                      | 6 | Типы сенсоров: влажность почвы, температура, листовая влажность, метеостанции, ловушки вредителей. Частота измерений, передача данных, энергоснабжение. Примеры использования для планирования поливов и обработок. Качество калибровки.          | Проект схемы размещения полевых сенсоров и метеостанций на полях хозяйства                      |
| 3.6. Использование ДЗЗ и сенсоров для поддержки решений в растениеводстве                                   | 5 | Конкретные сценарии: контроль всходов, выявление проплешин, мониторинг стресса, последствий града и засухи. Комбинация данных: ДЗЗ + почвенные карты + метео. Цикл принятия решения: обнаружение проблемы по снимку → выезд → уточнение → решение | Разбор кейса: от выявления проблемной зоны по данным ДЗЗ до выбора агротехнологического решения |
| Консультация                                                                                                | 2 |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                 |
| Промежуточная аттестация                                                                                    | 1 |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                 |
| <b>4. Особенности применения для задач сельского хозяйства</b>                                              |   |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                 |
| 4.1. Почвенные и агрохимические показатели в моделировании урожайности и качества продукции растениеводства | 7 | Почвенные и агрохимические показатели в цифровых моделях: гумус, pH, подвижный Р и К, нитратный N, микроэлементы. Связь показателей с урожайностью и выбором технологии.                                                                          | Анализ реальных почвенных карт хозяйств                                                         |

|                                                                                                                 |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                 |   | Агрегирование показателей по полю, контуру, зоне. Типовые диапазоны и критические пороги.                                                                                                                                                                                                   |                                                                       |
| 4.2. Почвенные карты в цифровой форме: виды, источники и форматы данных                                         | 7 | Виды почвенных карт: механический состав, гумус, кислотность, обеспеченность элементами. Источники: государственные карты, исторические схемы, результаты собственных обследований. Форматы файлов (GeoTIFF, Shapefile). Отличие полезной карты от «красивой картинки». Проблема масштабов. | Просмотр и создание почвенных карт в ГИС или агроплатформе            |
| 4.3. Построение карт обеспеченности элементами питания. Организация пробоотбора с GPS и мобильными приложениями | 7 | Методы пробоотбора: шахматный, зональный, по сетке, по контурам. Использование GPS-приёмников и мобильных приложений для фиксации точек. Логистика пробоотбора. Преобразование точечных результатов анализа в карту (интерполяция). Визуализация границ классов обеспеченности.             | Разбор схем пробоотбора на реальных полях                             |
| 4.4. Дифференцированное внесение удобрений и карты-задания                                                      | 6 | Дифференцированное внесение удобрений и карты-задания                                                                                                                                                                                                                                       | Формирование карты-задания по зонам обеспеченности элементами питания |
| 4.5. Анализ почвенных карт и принятие агрономических решений                                                    | 6 | Анализ почвенных карт и принятие агрономических решений                                                                                                                                                                                                                                     | Разработка рекомендаций по системе удобрения на основе почвенных карт |
| Консультация                                                                                                    | 2 |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                       |
| Промежуточная аттестация                                                                                        | 1 |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                       |
| <b>5. ГИС и пространственный анализ в агрономии</b>                                                             |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                       |
| 5.1. Основы ГИС: типы пространственных данных и системы координат                                               | 6 | Вектор vs растр, точки, линии, полигоны. Системы координат, проекции, причины смещения полей. Основные операции: просмотр, измерение, простые запросы. Чем опасна                                                                                                                           | Работа с контурами полей в ГИС-программе                              |

|                                                                          |   |                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
|                                                                          |   | неправильная система координат в полевом контексте.                                                                                                                                                                                                                |                                                                        |
| 5.2. Работа с контурами полей и импорт данных                            | 6 | Создание и редактирование контуров полей в ГИС. Импорт контуров из внешних источников (кадастр, техника, платформы). Проверка топологии (дыры, пересечения). Обеспечение единой версии контуров для всех систем хозяйства. Типичные проблемы с контурами.          | Импорт и унификация контуров полей из разных источников в ГИС-проекте  |
| 5.3. Наложение слоёв: почва, рельеф, ДЗЗ, урожайность                    | 5 | Совмещение разных слоёв в одном проекте: почвенные карты, рельеф, данные ДЗЗ, карты урожайности. Визуальный анализ: совпадения проблемных зон по разным источникам. Базовая статистика по полигонам (средние значения, площади).                                   | Наложение слоёв: почва, ДЗЗ, урожайность                               |
| 5.4. Использование цифровых моделей рельефа в агрономии                  | 5 | Что такое цифровая модель рельефа, откуда берутся. Связь рельефа с перераспределением влаги, эрозией, переувлажнением. Применение при планировании дренажа, противоэрозионных мероприятий, контурной обработки. Типичные паттерны: верховые и низинные части поля. | Анализ рельефа на примере реальных полей                               |
| 5.5. Подготовка аналитических карт для принятия решений                  | 6 | Принципы «хорошей карты» для управления: понятность, лаконичность, фокус. Выбор цветовых шкал, легенд, подписей. Карты для разных аудиторий: агроном, директор, механизатор. Не перегружать карту, выделять 3-5 ключевых классов.                                  | Мини-проекты: создание аналитических карт для директора и механизатора |
| 5.6. Пространственный анализ проблемных зон и приоритизация обследований | 5 | Выделение проблемных зон по сочетанию нескольких слоёв. Оценка площади, подъездов, логистики обследований. Планирование выездов, отбора                                                                                                                            | Выделение проблемных зон и планирование обследования                   |

|                                                                           |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                           |   | проб, дополнительных наблюдений. Как сэкономить время и деньги за счёт грамотного планирования обследований.                                                                                                                                                                               |                                                                                    |
| Консультация                                                              | 2 |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                    |
| Промежуточная аттестация                                                  | 1 |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                    |
| <b>6. Искусственный интеллект и аналитика данных в растениеводстве</b>    |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                    |
| 6.1. Введение в искусственный интеллект и машинное обучение для агрономов | 6 | Понятия: модель, обучающая выборка, признаки, таргет. Различие между статистикой, ML и ИИ. Типовые задачи: классификация, регрессия, кластеризация. Агроному важнее правильно ставить задачу и понимать данные. Границы ответственности: модель помогает, решение принимает человек.       | Постановка задачи для модели ИИ: формулировка цели, признаков и ограничений        |
| 6.2. Данные для прогнозирования урожайности: структура и сбор             | 6 | Какие данные нужны для прогноза урожайности: поле, культура, почва, метео, ДЗЗ, агротехника, история урожайности. Временная структура: за сколько лет нужен ряд, как учитывать изменения технологий. Проблемы неполных и «грязных» данных. Зачем начать собирать данные уже сейчас.        | Проектирование структуры набора данных для прогноза урожайности по полям хозяйства |
| 6.3. Модели прогноза урожайности и оценки рисков (концептуально)          | 6 | Зачем нужны модели прогноза урожайности. Чем отличаются простые модели от сложных. Прогноз среднеполевой урожайности vs зон внутри поля. Оценка рисков: вероятности недобора урожая при разных сценариях. Как понимать и критически оценивать результаты. Примеры ошибочных интерпретаций. | Просмотр примера модели прогноза урожайности                                       |
| 6.4. Анализ изображений посевов с                                         | 5 | Примеры задач: распознавание болезней, сорняков, фаз развития. Источники                                                                                                                                                                                                                   | Разбор результатов сервиса ИИ-диагностики посевов                                  |



|                                                                                  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| помощью ИИ (болезни, сорняки, стрессы)                                           |   | изображений: смартфон, БАС, стационарные камеры. Сервисы и приложения. Ограничения: зависимость от качества фото, условий съёмки, базы обучающих данных. Необходимость валидации результата полевым осмотром.                                                                                                             | и валидация по полевым данным                                                        |
| 6.5. Дашборды и визуализация аграрных данных                                     | 5 | Принципы построения полезных дашбордов: не 100 графиков, а 5-10 ключевых показателей. Типы визуализаций: временные ряды, карты, диаграммы. Инструменты: встроенная аналитика платформ, BI-системы. Что важно показывать агроному ежедневно, еженедельно, по сезону. Как дашборды помогают находить отклонения и аномалии. | Создание прототипа дашборда для мониторинга ключевых показателей по полям            |
| 6.6. Использование языковых моделей и ИИ-сервисов в повседневной работе агронома | 5 | Принципы построения полезных дашбордов: не 100 графиков, а 5-10 ключевых показателей. Типы визуализаций: временные ряды, карты, диаграммы. Инструменты: встроенная аналитика платформ, BI-системы. Что важно показывать агроному ежедневно, еженедельно, по сезону. Как дашборды помогают находить отклонения и аномалии. | Разработка набора рабочих промптов для агронома и оценка качества ответов ИИ         |
| Консультация                                                                     | 2 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                      |
| Промежуточная аттестация                                                         | 1 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                      |
| <b>7. Цифровая трансформация агропредприятия и проектный практикум</b>           |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                      |
| 7.1. Подходы к цифровой трансформации агропредприятия                            | 6 | Этапы цифровой трансформации: диагностика → целевая модель → дорожная карта → внедрение → оценка. Приоритеты: с чего обычно начинают (учёт, карты полей, ДЗЗ, почва). Роли и ответственность в проекте. Типичные ошибки: «всё и сразу», отсутствие владельца                                                              | Карта текущего состояния цифровизации хозяйства и выявление приоритетных направлений |



|                                                                        |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                        |   | процесса, игнорирование пользователей. Значение пилотов перед масштабированием.                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                |
| 7.2. Интеграция данных и систем, построение «единого окна»             | 6 | Проблема «лоскутного одеяла» из отдельных систем. Концепция единого справочника полей, культур, контрагентов. Примеры объединения: агроплатформа + бухгалтерия + ГИС + ДЗЗ. Почему интеграция — не только техническая, но и организационная задача. Как несогласованность данных влияет на решения и отчётность. | Схема интеграции данных: поля, бухгалтерия, техника, ДЗЗ в едином контуре      |
| 7.3. Управленческая отчётность и КРІ на основе цифровых данных         | 5 | Ключевые показатели: урожайность, себестоимость, расход ресурсов на гектар, фактическая технология. Разные срезы: по полю, культуре, бригаде, технике. Регулярность и форматы отчётов. Как связать показатели с мотивацией персонала. Важность прозрачности и понятности отчётности для исполнителей.            | Расчёт эффекта от внедрений (простые экономические кейсы)                      |
| 7.4. Оценка экономической эффективности цифровых решений               | 5 | Подходы к расчёту эффекта: экономия ресурса, прирост урожайности, снижение рисков. Примеры кейсов: БАС, платформа точного земледелия, ГИС-внедрение. Учёт прямых и косвенных эффектов. Консервативные расчёты. Срок окупаемости и возможные риски.                                                               | Расчёт экономического эффекта от внедрения цифрового решения (кейсовый пример) |
| 7.5. Управление изменениями и обучение персонала цифровым инструментам | 4 | . Почему люди сопротивляются цифровизации: страх, неудобство, недоверие. Форматы обучения: очное, дистанционное, наставничество. Коммуникация изменений: зачем, что изменится, какая поддержка предусмотрена. Без работы с                                                                                       | План обучения и коммуникаций по внедрению новой цифровой системы в хозяйстве   |

|                                                                      |   |                                                                                                                                                   |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                      |   | людьми даже лучшее ПО не заработает. Использование лидеров мнений.                                                                                |                                                                                    |
| 7.6. Проект цифровизации хозяйства: разработка и подготовка к защите | 5 | Структура проекта цифровизации: исходное состояние, проблемы, цели, выбранные решения, шаги внедрения, ожидаемый эффект. Подготовка презентации и | Подготовка структуры и ключевых слайдов презентации проекта цифровизации хозяйства |
| Консультация                                                         | 2 |                                                                                                                                                   |                                                                                    |
| Итоговая аттестация                                                  | 3 |                                                                                                                                                   |                                                                                    |

## 2.4. Рабочие программы учебных дисциплин (модулей)

### 1. Введение в цифровую агрономию и данные в АПК

Раздел раскрывает роль цифровых технологий в современной агрономии, переход от интуитивных решений к решениям на основе данных. Рассматриваются основные блоки работы с данными: сбор, хранение, анализ, принятие решений. Изучаются источники аграрных данных (почвенные, метеорологические, технологические, производственные, экономические), их характеристики, форматы и надёжность. Анализируются цифровые экосистемы и платформы в АПК, основы кибербезопасности и работы с данными в агробизнесе.

По завершении изучения раздела 1 слушатели должны:

#### **Знать:**

- понятие цифровой агрономии и уровни цифровизации АПК;
- роль агронома как куратора данных;
- источники аграрных данных: лаборатории, датчики, техника, государственные системы, коммерческие сервисы;
- форматы данных: таблицы, карты, отчёты, API;
- типы данных: табличные, пространственные и временные ряды;
- требования к качеству данных: полнота, точность, актуальность, согласованность;
- основы кибербезопасности: риски утечки данных, правила работы с паролями, права доступа, резервное копирование.

#### **Уметь:**

- различать решения на основе опыта и решения на основе данных;
- проводить инвентаризацию источников данных хозяйства;
- работать с табличными файлами производственных данных;
- оценивать качество данных для работы цифровых инструментов;
- работать с демо-аккаунтами цифровых платформ;
- применять базовые правила кибербезопасности при работе с данными.

#### **Владеть:**

- навыками анализа реальных производственных данных;
- методами оценки влияния ошибок в данных на аналитику;
- практикой безопасной работы с внешними исполнителями и сервисами.

## **2. Цифровые платформы и программное обеспечение для агрономов**

Раздел посвящён обзору классов программного обеспечения для агрономов: платформы точного земледелия, ERP-системы, CRM, ГИС, мобильные приложения. Изучается структура цифрового полевого журнала, основные сущности: поле, культура, операция, техника, материалы. Рассматриваются принципы планирования севооборотов и операций в цифровых системах, ведение складского учёта СЗР, удобрений, ГСМ, формирование отчётности. Особое внимание уделяется интеграции агроплатформ с сельхозтехникой и терминалами.

По завершении изучения раздела 2 слушатели должны:

### **Знать:**

- классы программного обеспечения для агрономов и их назначение;
- структуру данных цифрового полевого журнала;
- требования к данным: даты, дозы, исполнители, фактические площади;
- схему обмена данными между системами;
- принципы создания схемы севооборота и ротации культур;
- механизмы складского учёта: партии, сроки годности, остатки;
- форматы обмена заданиями (карты-задания) и результатами с техникой.

### **Уметь:**

- работать с полевым журналом в мобильном и веб-интерфейсе;
- заводить поля и севообороты в демо-версиях агроплатформ;
- планировать операции: посев, обработки, удобрения, уборка;
- вести учёт СЗР, удобрений, ГСМ с привязкой к операциям;
- формировать отчёты по культуре, полю, периоду;
- анализировать функционал различных агроплатформ;
- выбирать платформу под задачи разных типов хозяйств.

### **Владеть:**

- навыками ведения цифрового учёта агротехнологических операций;
- методами интеграции агроплатформ с техникой;
- практикой выявления типичных ошибок заполнения данных.

## **3. Дистанционное зондирование, БАС и полевые сенсоры в растениеводстве**

Раздел посвящён основам дистанционного зондирования: принципы отражения света, спектральные диапазоны, мультиспектральная съёмка. Изучаются основные вегетационные индексы (NDVI, NDRE, EVI) и их агрономический смысл. Рассматриваются популярные

источники спутниковых снимков (Sentinel-2, Landsat, коммерческие решения), их пространственное и временное разрешение. Анализируются типы беспилотных авиационных систем (мультикоптер, самолётного типа), полезная нагрузка (RGB, мультиспектральные камеры, тепловизоры), планирование миссий. Изучаются типы полевых сенсоров и метеостанций, их применение для поддержки решений.

По завершении изучения раздела 3 слушатели должны:

**Знать:**

- принципы дистанционного зондирования и спектральные диапазоны;
- основные вегетационные индексы и их агрономический смысл;
- ограничения ДЗЗ: насыщение индексов, влияние почвы, облачность;
- источники спутниковых снимков и их характеристики;
- типы БАС и их преимущества/недостатки;
- типы камер: RGB, мультиспектральные, тепловизоры;
- основы планирования миссий БАС и нормативно-правовое регулирование;
- типы полевых сенсоров: влажность почвы, температура, листовая влажность, метеостанции.

**Уметь:**

- интерпретировать данные ДЗЗ для оценки состояния посевов;
- работать с онлайн-сервисами спутникового мониторинга;
- просматривать NDVI и сравнивать даты съёмки;
- планировать полёты БАС под конкретные задачи;
- обрабатывать снимки БАС и интегрировать их с контурами полей;
- использовать данные полевых сенсоров для планирования поливов и обработок;
- комбинировать данные: ДЗЗ + почвенные карты + метео для поддержки решений.

**Владеть:**

- методами использования ДЗЗ и сенсоров для оценки состояния посевов;
- навыками организации полётов БАС;
- практикой выявления проблемных зон: контроль всходов, проплешины, мониторинг стресса;
- циклом принятия решения: обнаружение проблемы по снимку → выезд → уточнение → решение.

#### **4. Цифровое почвоведение и агрохимия**

Раздел раскрывает почвенные и агрохимические показатели в цифровых моделях: гумус, pH, подвижный P и K, нитратный N, микроэлементы. Рассматриваются виды почвенных карт

(механический состав, гумус, кислотность, обеспеченность элементами), источники данных (государственные карты, исторические схемы, результаты собственных обследований), форматы файлов (GeoTIFF, Shapefile). Изучаются методы пробоотбора (шахматный, зональный, по сетке, по контурам) с использованием GPS-приёмников и мобильных приложений. Рассматриваются принципы дифференцированного внесения удобрений и формирования карт-заданий.

По завершении изучения раздела 4 слушатели должны:

**Знать:**

- почвенные и агрохимические показатели в цифровых моделях;
- связь показателей с урожайностью и выбором технологии;
- типовые диапазоны и критические пороги показателей;
- виды почвенных карт и источники данных;
- форматы почвенных данных: GeoTIFF, Shapefile;
- методы пробоотбора: шахматный, зональный, по сетке, по контурам;
- принципы дифференцированного внесения удобрений.

**Уметь:**

- работать с почвенными картами в цифровой форме;
- анализировать реальные почвенные карты хозяйств;
- организовывать пробоотбор с GPS и мобильными приложениями;
- преобразовывать точечные результаты анализа в карту (интерполяция);
- строить карты обеспеченности элементами питания;
- формировать карты-задания для дифференцированного внесения;
- визуализировать границы классов обеспеченности.

**Владеть:**

- методами анализа почвенных карт и принятия агрономических решений;
- навыками подготовки схем пробоотбора на реальных полях;
- практикой агрегирования показателей по полю, контуру, зоне;
- различием полезной карты от «красивой картинки».

## **5. ГИС и пространственный анализ в агрономии**

Раздел посвящён основам ГИС: типы пространственных данных (вектор vs растр, точки, линии, полигоны), системы координат и проекции. Изучаются основные операции: просмотр, измерение, запросы. Рассматривается работа с контурами полей: создание, редактирование, импорт из внешних источников (кадастр, техника, платформы), проверка топологии. Анализируется наложение слоёв (почвенные карты, рельеф, данные ДЗЗ, карты урожайности), использование цифровых моделей рельефа в агрономии. Особое внимание уделяется



подготовке аналитических карт для принятия решений и пространственному анализу проблемных зон.

По завершении изучения раздела 5 слушатели должны:

**Знать:**

- типы пространственных данных: вектор, растр;
- системы координат, проекции, причины смещения полей;
- основные операции в ГИС: просмотр, измерение, запросы;
- опасность неправильной системы координат в полевом контексте;
- принципы проверки топологии контуров (дыры, пересечения);
- связь рельефа с перераспределением влаги, эрозией, переувлажнением;
- принципы «хорошей карты» для управления: понятность, лаконичность, фокус.

**Уметь:**

- работать с контурами полей в ГИС-программе;
- создавать и редактировать контуры полей;
- импортировать контуры из внешних источников;
- обеспечивать единую версию контуров для всех систем хозяйства;
- совмещать разные слои в одном проекте;
- проводить визуальный анализ совпадения проблемных зон по разным источникам;
- использовать цифровые модели рельефа в агрономии;
- выбирать цветовые шкалы, легенды, подписи для карт;
- создавать аналитические карты для разных аудиторий: агроном, директор, механизатор.

**Владеть:**

- методами пространственного анализа проблемных зон;
- навыками выделения проблемных зон по сочетанию нескольких слоёв;
- практикой планирования выездов, отбора проб, дополнительных наблюдений;
- методами оценки площади, подъездов, логистики обследований.

## **6. Искусственный интеллект и аналитика данных в растениеводстве**

Раздел раскрывает понятия: модель, обучающая выборка, признаки, таргет. Рассматриваются различия между статистикой, машинным обучением и ИИ. Изучаются типовые задачи: классификация, регрессия, кластеризация. Анализируются данные для прогнозирования урожайности: поле, культура, почва, метео, ДЗЗ, агротехника, история урожайности. Рассматриваются модели прогноза урожайности и оценки рисков. Изучаются примеры задач анализа изображений посевов с помощью ИИ (распознавание болезней, сорняков, фаз

развития). Особое внимание уделяется дашбордам и визуализации аграрных данных, использованию языковых моделей и ИИ-сервисов в повседневной работе агронома.

По завершении изучения раздела 6 слушатели должны:

**Знать:**

- понятия: модель, обучающая выборка, признаки, таргет;
- различия между статистикой, ML и ИИ;
- типовые задачи: классификация, регрессия, кластеризация;
- структуру данных для прогнозирования урожайности;
- временную структуру данных: за сколько лет нужен ряд;
- отличия простых моделей от сложных;
- примеры задач: распознавание болезней, сорняков, фаз развития;
- ограничения: зависимость от качества фото, условий съёмки, базы обучающих данных;
- принципы построения полезных дашбордов: 5-10 ключевых показателей.

**Уметь:**

- правильно ставить задачу для модели ИИ;
- собирать данные для прогнозирования урожайности;
- работать с данными: учитывать изменения технологий, обрабатывать неполные и «грязные» данные;
- критически оценивать результаты работы моделей;
- использовать сервисы и приложения для анализа изображений посевов;
- валидировать результаты ИИ полевым осмотром;
- строить дашборды с ключевыми показателями;
- работать с языковыми моделями и ИИ-сервисами в повседневной работе.

**Владеть:**

- навыками критической оценки результатов работы моделей;
- методами визуализации аграрных данных;
- практикой использования дашбордов для поиска отклонений и аномалий;
- пониманием границ ответственности: модель помогает, решение принимает человек.

## **7. Цифровая трансформация агропредприятия и проектный практикум**

Раздел посвящён этапам цифровой трансформации: диагностика → целевая модель → дорожная карта → внедрение → оценка. Рассматриваются приоритеты внедрения (учёт, карты полей, ДЗЗ, почва), роли и ответственность в проекте, типичные ошибки. Изучается концепция единого справочника полей, культур, контрагентов, примеры объединения систем

(агроплатформа + бухгалтерия + ГИС + ДЗЗ). Анализируются ключевые показатели: урожайность, себестоимость, расход ресурсов на гектар, фактическая технология. Рассматриваются подходы к расчёту экономической эффективности цифровых решений, управление изменениями и обучение персонала.

По завершении изучения раздела 7 слушатели должны:

**Знать:**

- этапы цифровой трансформации агропредприятия;
- приоритеты внедрения: с чего начинают (учёт, карты полей, ДЗЗ, почва);
- роли и ответственность в проекте цифровизации;
- типичные ошибки: «всё и сразу», отсутствие владельца процесса, игнорирование пользователей;
- значение пилотов перед масштабированием;
- концепцию единого справочника данных;
- ключевые показатели: урожайность, себестоимость, расход ресурсов на гектар;
- подходы к расчёту эффекта: экономия ресурса, прирост урожайности, снижение рисков;
- причины сопротивления персонала цифровизации: страх, неудобство, недоверие.

**Уметь:**

- разрабатывать дорожную карту цифровой трансформации;
- объединять данные из разных систем в единое информационное пространство;
- формировать управленческую отчётность и KPI на основе цифровых данных;
- создавать отчёты по разным срезам: по полю, культуре, бригаде, технике;
- рассчитывать экономический эффект от внедрения цифровых решений;
- учитывать прямые и косвенные эффекты, проводить консервативные расчёты;
- планировать обучение персонала цифровым инструментам;
- использовать лидеров мнений для преодоления сопротивления.

**Владеть:**

- методами построения единого информационного пространства предприятия;
- навыками управления проектами цифровой трансформации;
- практикой разработки проектов цифровизации хозяйства;
- методами оценки срока окупаемости и возможных рисков;
- форматами обучения персонала: очное, дистанционное, наставничество.

## 2.5. Формы аттестации

Итоговая аттестация проводится в форме экзамена (компьютерного тестирования и защиты проектной работы).

Вариант теста состоит из 30 тестовых заданий, отражающих знания, умения, навыки, которые необходимо проверить по формируемым компетенциям ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6, формируется из базы тестовых заданий по принципу случайной выборки непосредственно перед проведением аттестации с параметрами, указанными в таблице.

Таблица - Параметры формирования варианта теста

| Компетенция | Количество вопросов для проверки уровня сформированности компетенции |       |       |         |
|-------------|----------------------------------------------------------------------|-------|-------|---------|
|             | Всего                                                                | Знать | Уметь | Владеть |
| ПК-1        | 5                                                                    | 2     | 2     | 1       |
| ПК-2        | 5                                                                    | 2     | 2     | 1       |
| ПК-3        | 5                                                                    | 2     | 2     | 1       |
| ПК-4        | 5                                                                    | 2     | 2     | 1       |
| ПК-5        | 5                                                                    | 2     | 2     | 1       |
| ПК-6        | 5                                                                    | 2     | 2     | 1       |
| Всего       | 30                                                                   | 12    | 12    | 6       |

Время тестирования 40 минут.

## 2.6. Оценочные и методические материалы

### 2.6.1 Фонд оценочных средств

#### Типовой вариант для итогового тестирования

#### Типовой вариант для итогового тестирования

*Тестовые задания для проверки компетенции ПК-1*

1. Выберите основные классы программного обеспечения, используемые в цифровой агрономии:

- а) только текстовые редакторы;
- б) платформы точного земледелия, ERP-системы, ГИС, мобильные приложения ✓;
- в) только системы бухгалтерского учёта.

2. Выберите основные сущности цифрового полевого журнала:

а) поле, культура, операция, техника, материалы ✓;

б) только площадь и урожайность;

в) только даты и исполнители.

**3. Цифровая агрономия — это...**

а) использование калькуляторов в полевых условиях;

б) принятие решений на основе данных с использованием цифровых технологий ✓;

в) замена всех агрономов компьютерами.

**4. Выберите требования к качеству данных для работы цифровых инструментов:**

а) полнота, точность, актуальность, согласованность ✓;

б) только большой объём данных;

в) только красивое оформление таблиц.

**5. Хозяйство использует цифровую платформу для учёта операций на площади 5000 га. За сезон проведено 1200 операций. Средняя экономия времени на оформление одной операции по сравнению с бумажным журналом составляет 15 минут. Рассчитайте общую экономию времени за сезон в часах.**

Решение:

Экономия на одну операцию: 15 минут

Общая экономия:  $1200 \times 15 = 18\,000$  минут = 300 часов

Ответ: 300 часов

*Тестовые задания для проверки компетенции ПК-2*

### **2.6.2. Типовые примеры практических заданий**

*Практическое задание для проверки компетенции ПК-1*

**Практическое задание 1 «Работа с цифровым полевым журналом»**

*Цель задания:* Освоение навыков ведения цифрового учёта агротехнологических операций

*Задачи:*

- Создать поля и севооборот в демоверсии агроплатформы;
- Запланировать операции: посев, обработки, удобрения;
- Внести фактические данные о проведённых операциях;
- Сформировать отчёт по культуре за период.

*Исходные данные:*



- Хозяйство: 3 поля (Поле 1 — 120 га, Поле 2 — 85 га, Поле 3 — 95 га);
- Севооборот: озимая пшеница, подсолнечник, ячмень;
- Операции: посев, 2 подкормки, 1 защита от болезней, уборка.

*Параметры оценки:*

- Корректность создания полей и контуров (20 баллов);
- Правильность планирования операций (30 баллов);
- Полнота внесения данных (даты, дозы, материалы, площади) (30 баллов);
- Корректность формирования отчётности (20 баллов).

*Форма отчётности:* Скриншоты полевого журнала и сформированных отчётов, краткое описание выполненных действий.

*Практическое задание для проверки компетенции ПК-2*

### **Практическое задание 2 «Анализ данных спутникового мониторинга»**

*Цель задания:* Развитие навыков интерпретации данных ДЗЗ для оценки состояния посевов

*Задачи:*

- Открыть онлайн-сервис спутникового мониторинга;
- Загрузить контуры полей хозяйства;
- Просмотреть динамику NDVI за вегетационный период;
- Выявить проблемные зоны на полях;
- Подготовить рекомендации по дальнейшим действиям.

*Исходные данные:*

- Файл с контурами полей (Shapefile);
- Период наблюдения: апрель — август;
- Культура: яровая пшеница.

*Параметры оценки:*

- Корректность загрузки контуров и работы с сервисом (20 баллов);
- Правильность интерпретации динамики NDVI (30 баллов);
- Точность выявления проблемных зон (30 баллов);
- Обоснованность рекомендаций (20 баллов).

*Форма отчётности:* Отчёт с картами NDVI, описанием выявленных проблем и рекомендациями по агротехническим мероприятиям.

*Практическое задание для проверки компетенции ПК-3*

### **Практическое задание 3 «Построение карты-задания для дифференцированного внесения удобрений»**

*Цель задания:* Формирование навыков работы с почвенными картами и создания карт-заданий

*Задачи:*

- Проанализировать почвенную карту поля (обеспеченность азотом);
- Выделить зоны с разным уровнем обеспеченности;
- Рассчитать дозы азотных удобрений для каждой зоны;
- Сформировать карту-задание в формате Shapefile.

*Исходные данные:*

- Поле площадью 150 га;
- Почвенная карта с результатами агрохимического обследования;
- Планируемая урожайность: 50 ц/га;
- Культура: озимая пшеница, фаза кущения.

*Параметры оценки:*

- Корректность анализа почвенной карты (25 баллов);
- Правильность выделения зон (25 баллов);
- Обоснованность расчёта доз удобрений (30 баллов);
- Корректность формирования карты-задания (20 баллов).

*Форма отчётности:* Файл карты-задания (Shapefile), расчёты доз удобрений, визуализация зон на карте.

*Практическое задание для проверки компетенции ПК-4*

#### **Практическое задание 4 «Пространственный анализ проблемных зон поля в ГИС»**

*Цель задания:* Освоение методов пространственного анализа для выявления и приоритизации проблемных зон

*Задачи:*

- Загрузить в ГИС несколько слоёв: контур поля, почвенная карта, ЦМР, карта NDVI;
- Наложить слои и выполнить визуальный анализ;
- Выделить проблемные зоны (низкая урожайность + неблагоприятные почвенные условия + пониженный рельеф);
- Рассчитать площадь проблемных зон;
- Составить план обследования с указанием точек отбора проб.

*Исходные данные:*

- Файлы слоёв (Shapefile, GeoTIFF);
- Поле площадью 200 га.

*Параметры оценки:*

- Корректность загрузки и наложения слоёв (20 баллов);
- Правильность выделения проблемных зон (30 баллов);
- Точность расчёта площади (20 баллов);
- Обоснованность плана обследования (30 баллов).

*Форма отчётности:* Карта с выделенными проблемными зонами, таблица с площадями, план обследования с координатами точек отбора проб.

*Практическое задание для проверки компетенции ПК-5*

### **Практическое задание 5 «Построение дашборда для визуализации производственных данных»**

*Цель задания:* Развитие навыков визуализации аграрных данных и создания управленческих дашбордов

*Задачи:*

- Проанализировать производственные данные хозяйства за 3 года;
- Выбрать 5-7 ключевых показателей;
- Построить дашборд с визуализацией данных (временные ряды, диаграммы, карты);
- Выявить тренды и аномалии.

*Исходные данные:*

- Таблица производственных данных (площадь, урожайность, затраты, выручка по культурам за 3 года);
- Файл с контурами полей и данными урожайности.

*Параметры оценки:*

- Обоснованность выбора показателей (25 баллов);
- Качество визуализации (понятность, информативность) (30 баллов);
- Корректность анализа трендов и аномалий (25 баллов);
- Практическая применимость дашборда (20 баллов).

*Форма отчётности:* Дашборд (скриншоты или интерактивная версия), описание выбранных показателей, выводы по трендам и аномалиям.

*Практическое задание для проверки компетенции ПК-6*

### **Практическое задание 6 «Разработка проекта цифровизации хозяйства»**

*Цель задания:* Формирование навыков разработки и защиты проектов цифровой трансформации

*Задачи:*

- Описать исходное состояние хозяйства (площадь, культуры, текущий уровень цифровизации);
- Выявить проблемы и цели цифровизации;
- Выбрать приоритетные направления внедрения (учёт, карты полей, ДЗЗ, почва и т.д.);
- Составить дорожную карту внедрения с этапами и сроками;
- Рассчитать ожидаемый экономический эффект;
- Подготовить презентацию проекта.

*Исходные данные:* выбираются слушателем самостоятельно (реальное хозяйство или учебный кейс)

*Параметры оценки:*

- Полнота описания исходного состояния (15 баллов);
- Обоснованность выбора приоритетов (20 баллов);
- Реалистичность дорожной карты (20 баллов);
- Корректность расчёта экономического эффекта (25 баллов);
- Качество презентации и защиты проекта (20 баллов).

*Форма отчётности:* Проект цифровизации (документ), презентация, защита перед комиссией.

### 2.6.3. Критерии оценивания

Практические работы оцениваются по **100-балльной шкале** с переводом в систему «зачёт»/«незачёт». Минимальный порог для получения зачёта — **60 баллов**.

**Общие критерии оценивания (применяются ко всем практическим работам)**

| № | Критерий                               | Максимальный балл | Описание                                                                                                            |
|---|----------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | <b>Правильность выполнения задания</b> | 40                | Корректность решения поставленной задачи, точность расчётов, адекватность выбора методов и инструментов             |
| 2 | <b>Полнота выполнения</b>              | 20                | Выполнены все этапы практической работы, представлены все требуемые результаты (карты, таблицы, расчёты, скриншоты) |

| №            | Критерий            | Максимальный балл | Описание                                                                                                        |
|--------------|---------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3            | Обоснование решений | 20                | Наличие пояснений к выбранным подходам, интерпретация результатов, агрономическая обоснованность выводов        |
| 4            | Качество оформления | 10                | Структурированность отчёта, читаемость карт и графиков, наличие подписей и легенд, грамотность изложения        |
| 5            | Самостоятельность   | 10                | Оригинальность решения, отсутствие прямого копирования, использование данных своего хозяйства (при возможности) |
| <b>ИТОГО</b> |                     | <b>100</b>        |                                                                                                                 |

#### Критерии итоговой аттестации (экзамен)

Качество освоения программы оценивается по результатам экзамена. На экзамене обучающимся предлагается выполнить итоговые задания в два этапа:

##### 1. Контрольные вопросы по теории (компьютерное тестирование):

- Менее 70% правильных ответов — оценка «незачет»;
- 70% и более правильных ответов — оценка «зачет».

##### 2. Защита проектной работы:

Требования к проектной работе

Проектная работа оценивается по 100-балльной шкале:

- 90-100 баллов — отлично (проект полностью соответствует всем требованиям, расчёты корректны, презентация убедительна);
- 75-89 баллов — хорошо (проект соответствует основным требованиям, есть незначительные недочёты);
- 60-74 балла — удовлетворительно (проект выполнен, но имеет существенные недостатки);
- Менее 60 баллов — неудовлетворительно (проект не соответствует требованиям).

Обучающийся считается аттестованным, если он получил оценку «зачтено» по тестированию и не менее 60 баллов за защиту проектной работы.

#### **2.6.4. Учебно-методические материалы**

##### **Основная литература:**

- [1] Кирюшин В.И. Агрономическое почвоведение : учебник / В.И. Кирюшин. — 2-е изд., стереотип. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 686 с. — ISBN 978-5-906371-02-7.
- [2] Кирюшин В.И. Агротехнологии : учебник / В.И. Кирюшин, С.В. Кирюшин. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-1889-3.
- [3] Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия : учебник / В.И. Кирюшин. — Москва : Колос, 1996. — 367 с.
- [4] Кирюшин В.И. Классификация почв и агроэкологическая типология земель : учебное пособие / В.И. Кирюшин. — 3-е изд., стереотип. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 280 с. — ISBN 978-5-8114-1097-2.
- [5] Труфляк Е.В. Основы точного земледелия : учебное пособие / Е.В. Труфляк. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 152 с. — ISBN 978-5-8114-1710-2.
- [6] Труфляк Е.В. Цифровое земледелие в примерах и задачах : учебное пособие / Е.В. Труфляк, И.С. Труфляк. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 164 с. — ISBN 978-5-507-46084-7.
- [7] Якушев В.П. Точное земледелие: теория и практика / В.П. Якушев. — Санкт-Петербург : ФГБНУ АФИ, 2016. — 364 с.
- [8] Цифровые технологии в АПК: справочник / под ред. Е.В. Журавлевой. — Москва : ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. — 152 с.
- [9] Геоинформационные системы в агрономии : учебное пособие / А.В. Кузнецов, Н.И. Сироткин. — Казань : КГАУ, 2018. — 120 с.
- [10] Белов В.В. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в АПК / В.В. Белов, А.С. Карасёв. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 168 с.
- [11] Комов И.В. Информационные технологии в сельском хозяйстве : учебное пособие / И.В. Комов. — Москва : КолосС, 2019. — 165 с.
- [12] Шпаар Д. Точное сельское хозяйство / Д. Шпаар, А.В. Захаренко, В.П. Якушев и др.; под общ. ред. Д. Шпаара, А.В. Захаренко, В.П. Якушева. — Санкт-Петербург : Ичарус, 2009. — 400 с.
- [13] Медведева О.Е. Цифровая экономика в АПК : учебное пособие / О.Е. Медведева, Н.Н. Мамаева. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 148 с. — ISBN 978-5-8114-9378-3.
- [14] Гогмачадзе Г.Д. Агроэкологический мониторинг почв и земельных ресурсов Российской Федерации / Г.Д. Гогмачадзе. — Москва : МГУ, 2010. — 592 с.



[15] Лурье И.К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков : учебник / И.К. Лурье. — Москва : КДУ, 2010. — 424 с.

### **Дополнительная литература**

[16] Распоряжение Правительства РФ от 28.07.2017 № 1632-р «Об утверждении программы "Цифровая экономика Российской Федерации"»

[17] Указ Президента РФ от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы»

[18] Ведомственный проект Минсельхоза России «Цифровое сельское хозяйство»

[19] ГОСТ Р 58624-2019 «Глобальная навигационная спутниковая система. Системы точного земледелия»

[20] Профессиональный стандарт «Агроном», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 20 сентября 2021 года N 644н

[21] Кирюшин В.И. Методика разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия и технологий возделывания сельскохозяйственных культур / В.И. Кирюшин. — Москва : ФГНУ «Росинформагротех», 2005. — 81 с.

[22] Бунин М.С. Информационные ресурсы по цифровому земледелию в отечественных и международных базах данных / М.С. Бунин, И.А. Коленченко, Л.Н. Пирумова // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. — 2021. — № 108. — С. 167–192.

[23] Демкин В.П. Современные подходы к системе точного земледелия на основе использования средств сбора информации и анализа больших данных / В.П. Демкин, О.Э. Мерзляков, В.В. Хромых, И.В. Кузевская, Е.Д. Кривошеин // Геоморфология и физическая география Сибири в XXI веке : материалы Всероссийской научно-практической конференции. — Томск : ТГУ, 2020. — С. 157–162.

[24] Шумаков В.С. Цифровизация агропромышленного комплекса: тенденции и перспективы / В.С. Шумаков, Т.Н. Полутина // АПК: экономика, управление. — 2020. — № 6. — С. 37–46.

[25] Буклагин Д.С. Цифровые технологии точного земледелия / Д.С. Буклагин, В.Ф. Федоренко, И.Г. Голубев. — Москва : ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. — 68 с.

[26] Балабанов В.И. Навигационные технологии в сельском хозяйстве. Координатное земледелие : учебное пособие / В.И. Балабанов, С.В. Железова, Е.В. Березовский и др. — Москва : РГАУ-МСХА, 2013. — 143 с.

[27] Жичкин К.А. Экономическая эффективность применения элементов точного земледелия / К.А. Жичкин, Л.Н. Жичкина, В.А. Кудряшов // Вестник Самарского государственного аграрного университета. — 2019. — № 4. — С. 102–107.

[28] Петухов Д.А. Машинное обучение для задач сельского хозяйства / Д.А. Петухов, А.С. Коновалов // Аграрный научный журнал. — 2021. — № 8. — С. 85–89.

[29] Савин И.Ю. Применение ГИС-технологий и дистанционного зондирования в почвоведении / И.Ю. Савин // Почвоведение. — 2019. — № 4. — С. 482–495.

[30] Сладких Л.А. Цифровые технологии в агропромышленном комплексе / Л.А. Сладких, С.Н. Алексеев // Инновации в сельском хозяйстве. — 2020. — № 2(35). — С. 214–221.

### **Зарубежные источники**

[31] Gebbers R. Precision agriculture and food security / R. Gebbers, V.I. Adamchuk // Science. — 2010. — Vol. 327, № 5967. — P. 828–831.

[32] Zhang N. Precision agriculture — a worldwide overview / N. Zhang, M. Wang, N. Wang // Computers and Electronics in Agriculture. — 2002. — Vol. 36, № 2-3. — P. 113–132.

[33] Mulla D.J. Twenty five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps / D.J. Mulla // Biosystems Engineering. — 2013. — Vol. 114, № 4. — P. 358–371.

[34] Wolfert S. Big Data in Smart Farming – A review / S. Wolfert, L. Ge, C. Verdouw, M.-J. Bogaardt // Agricultural Systems. — 2017. — Vol. 153. — P. 69–80.

[35] Liakos K.G. Machine Learning in Agriculture: A Review / K.G. Liakos, P. Busato, D. Moshou et al. // Sensors. — 2018. — Vol. 18, № 8. — P. 2674.

[36] Kamilaris A. Deep learning in agriculture: A survey / A. Kamilaris, F.X. Prenafeta-Boldú // Computers and Electronics in Agriculture. — 2018. — Vol. 147. — P. 70–90.

[37] Weiss M. Remote sensing for agricultural applications: A meta-review / M. Weiss, F. Jacob, G. Duveiller // Remote Sensing of Environment. — 2020. — Vol. 236. — 111402.

[38] Finger R. Precision Farming at the Nexus of Agricultural Production and the Environment / R. Finger, S.M. Swinton, N. El Benni, A. Walter // Annual Review of Resource Economics. — 2019. — Vol. 11. — P. 313–335.

[39] Tey Y.S. Factors influencing the adoption of precision agricultural technologies: a review for policy implications / Y.S. Tey, M. Brindal // Precision Agriculture. — 2012. — Vol. 13. — P. 713–730.

[40] Patrício D.I. Computer vision and artificial intelligence in precision agriculture for grain crops: A systematic review / D.I. Patrício, R. Rieder // Computers and Electronics in Agriculture. — 2018. — Vol. 153. — P. 69–81.

### **Интернет-ресурсы и базы данных**

[41] Официальный сайт Минсельхоза России — <https://mcx.gov.ru>

[42] Единая федеральная информационная система о землях сельскохозяйственного назначения — <https://efis.mcx.ru>

[43] Copernicus Open Access Hub (спутниковые снимки Sentinel) — <https://scihub.copernicus.eu>

[44] USGS EarthExplorer (спутниковые снимки Landsat) — <https://earthexplorer.usgs.gov>

- [45] Портал «Цифровое сельское хозяйство» — <https://mcx.gov.ru/ministry/departments/departament-tsifrovogo-razvitiya-i-upravleniya-gosudarstvennymi-informatsionnymi-resursami>
- [46] FAO Digital agriculture portal — <http://www.fao.org/digital-agriculture>
- [47] Precision Agriculture journal — <https://www.springer.com/journal/11119>
- [48] Computers and Electronics in Agriculture journal — <https://www.journals.elsevier.com/computers-and-electronics-in-agriculture>
- [49] QGIS — свободная ГИС-система — <https://qgis.org>
- [50] Sentinel Hub — платформа анализа спутниковых данных — <https://www.sentinel-hub.com>

## 2.7. Материально-технические условия

Таблица - Требования к материально-техническим условиям

| Наименование специализированных учебных помещений | Вид занятий                               | Наименование оборудования, программного обеспечения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Библиотека, читальный зал с выходом в Интернет    | Самостоятельная работа                    | Оборудование и оснащение:<br>Специализированная мебель: столы ученические — 15 шт., стулья — 30 шт.<br>Технические средства обучения:<br>Персональный компьютер с выходом в сеть «Интернет» — 12 шт.                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Компьютерный класс                                | Практические занятия, итоговая аттестация | Кабинет должен располагать учебно-тренажерной базой, оснащённой компьютерной техникой с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет». Требования к персональному компьютеру: Операционная система: Astra Linux / РЕД ОС / Calculate Linux / иные отечественные дистрибутивы Linux; допускается Windows 10/11. Свободное место на диске: не менее 20 ГБ. Оперативная память: не менее 8 ГБ. Процессор: не менее 4 ядер (Quad-Core). |
| Учебная аудитория для лекционных занятий          | Лекции                                    | Специализированная мебель: столы ученические — 20 шт., стулья — 40 шт.<br>Технические средства обучения:<br>мультимедийный проектор — 1 шт., экран — 1 шт., компьютер преподавателя с выходом в сеть «Интернет» — 1 шт., акустическая система — 1 шт.                                                                                                                                                                                                               |

**Программное обеспечение:**

- Офисный пакет LibreOffice
- Браузер Google Chrome, Яндекс Браузер
- ГИС-программа QGIS (свободная лицензия)
- Демо-версии агроплатформ (по согласованию с партнёрами)
- Платформа МТС Линк (для дистанционных занятий)
- Онлайн-сервисы спутникового мониторинга (Sentinel Hub, EOS DA)
- Программы для визуализации данных (Power BI Desktop, Tableau Public или аналоги)

**Перечень информационных справочных систем:**

- «Консультант Плюс» — законодательство РФ
- Единая федеральная информационная система о землях сельскохозяйственного назначения
- Открытые данные Минсельхоза России