

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

**Т. Н. Троян**

## **ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АПК**

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов,  
обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки  
35.03.04 – Агрономия

Калининград  
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»  
2023

Рецензент

кандидат биологических наук, доцент кафедры агрономии и агроэкологии  
ФГБОУ ВО «КГТУ» Е. А. Барановская

Троян, Т. Н.

Цифровые технологии в АПК: учеб.-методич. пособие по изучению дисциплины для студентов, обучающихся в бакалавриате по напр. подгот. 35.03.04 – Агрономия / Т. Н. Троян. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 46 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Цифровые технологии в АПК» представлены учебно-методические материалы по освоению тем лекционного курса, включающие подробный план лекции по каждой изучаемой теме, вопросы для самоконтроля.

Табл. 3, рис. 13, список лит. – 41 наименование

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины «Цифровые технологии в АПК» рассмотрено и рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала на заседании кафедры агрономии и агроэкологии 25 января 2023 г., протокол № 8

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины «Цифровые технологии в АПК» рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 30 января 2023 г., протокол № 1

УДК 631

© Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Калининградский государственный  
технический университет», 2023 г.  
© Троян Т. Н., 2023 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН.....	7
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ.....	37
4. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ.....	39
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	42

## ВВЕДЕНИЕ

Посевные площади в стране занимают около 80 млн га, однако цифровые технологии применяются не более чем на 5–10 % этих площадей [1].

На недостаточно высокий уровень цифровизации отрасли указывает и то, что в сельском хозяйстве занято около 4,7 млн человек, при этом из них на 1000 занятых человек приходится примерно один ИТ-специалист [2].

В указе Президента РФ В. В. Путина «*О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года*» от 7 мая 2018 г. №204 определены национальные цели и стратегические задачи развития России. Одной из целей является – создание в базовых отраслях экономики, прежде всего в обрабатывающей промышленности и агропромышленном комплексе, высокопроизводительного экспортно-ориентированного сектора, развивающегося на основе современных технологий и обеспеченного высококвалифицированными кадрами [3].

Реализация программы «*Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы*», утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. № 203, направлена на создание условий для развития общества знаний в Российской Федерации, повышение благосостояния и качества жизни граждан нашей страны путем повышения доступности и качества товаров и услуг, произведенных в **цифровой экономике** с использованием **современных цифровых технологий**, повышения степени информированности и цифровой грамотности, улучшения доступности и качества государственных услуг для граждан, а также безопасности как внутри страны, так и за ее пределами [4].

При реализации программы «*Цифровая экономика Российской Федерации*» (распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 июля 2017 г. № 1632-Р) предполагается к 2024 г.:

- увеличить внутренние затраты на развитие цифровой экономики не менее чем в три раза по сравнению с 2017 г.;
- создать инфраструктуру высокоскоростной передачи, обработки и хранения больших объемов данных, доступной для всех организаций и домохозяйств;
- использовать преимущественно отечественное программное обеспечение госорганами, органами местного самоуправления и организациями;
- создать систему правового регулирования цифровой экономики;
- глобальную конкурентоспособную инфраструктуру передачи, обработки и хранения данных преимущественно на основе отечественных разработок;

- обеспечить подготовку высококвалифицированных кадров для цифровой экономики; обеспечить информационную безопасность на основе отечественных разработок;
- создать сквозные цифровые технологии преимущественно на основе отечественных разработок;
- внедрить цифровые технологии и платформенные решения в сферы госуправления и оказания госуслуг;
- преобразовать приоритетные отрасли посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений;
- создать комплексную систему финансирования проектов по разработке и (или) **внедрению цифровых технологий и платформенных решений**;
- внедрить национальный механизм осуществления согласованной политики государств-членов Евразийского экономического союза при реализации планов в области развития цифровой экономики [5].

Реализация программы *«Цифровое сельское хозяйство»* Министерством сельского хозяйства РФ предполагается в два этапа: первый приходится на 2019–2021 гг., второй – на 2022–2024 гг. На первом этапе реализуются пилотные проекты, направленные на стимуляцию внедрения цифровых технологий сельхозпроизводителями: «Умная ферма», «Умное поле», «Умное стадо», «Умная теплица», «Умная переработка», «Умный склад», «Умный агроофис», «Эффективный гектар», «Эффективная голова» и др. В этот период формируется и обеспечивается процесс определения динамических сезонных КРІ по отраслям сельского хозяйства. Пилотирование происходит с участием информационной системы аналитического центра Минсельхоза РФ, который консолидирует данные нескольких государственных информационно-аналитических систем: ЦИАС СХ (Центральная информационно-аналитическая система сельского хозяйства) представляет аналитику всей отрасли; ЕФИС ЗСН (Единая федеральная информационная система земель сельскохозяйственного назначения) – представляет информацию о сельскохозяйственных землях.

Второй этап цифровой трансформации сельского хозяйства России потребует активной фазы инвестиций в компании агропромышленного комплекса [2].

Учитывая курс развития страны до 2030 г. [6–12] вопрос о цифровых технологиях, в том числе агропромышленном комплексе, становится наиболее актуальным.

В связи с этим в учебном плане при подготовке кадров по направлению подготовки 35.03.04 – Агрономия предусматривается дисциплина математического и естественно-научного модуля основной профессиональной образовательной программы бакалавриата «Цифровые технологии в АПК».

При необходимости для обучающихся инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

## 1 ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

При реализации дисциплины «Цифровые технологии в АПК» организуется практическая подготовка путем проведения лабораторных работ, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Целью освоения дисциплины «Цифровые технологии в АПК» формирование знаний общих принципов работы и получение практических навыков использования современных информационных технологий для решения прикладных задач.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение этапов развития цифровых технологий и их внедрения в производственную деятельность;
- знакомство с основными направлениями IT-технологий агропромышленного комплекса;
- формирование знаний и начальных навыков работы в программных пакетах, используемых в области агрохимии и мониторинга плодородия почв.

При освоении курса «Цифровые технологии в АПК» предусматривается аудиторная работа обучающегося – лекции (таблица 1), лабораторные занятия и внеаудиторная самостоятельная деятельность.

Таблица 1 – Объем (трудоемкость освоения) и структура лекционных занятий

Номер темы	Содержание лекционного занятия	Кол-во ч	
		очная форма	заочная форма
1	Введение в дисциплину: цели, задачи. Цифровые технологии: понятие, роль, внедрение	2	0,5
2	Цифровые технологии в агропромышленном комплексе мира, России	2	0,5
3	Геоинформационные системы: понятие, роль, функции, области применения	4	–
4	Картография, дистанционное зондирование Земли, системы геопозиционирования	2	–
5	Структуризация и классификация данных мониторинга почв с использованием геоинформационных технологий в системе управления	4	1
6	Геоинформационные системы как инструмент менеджмента	2	–
Итого		16	2

В начале лекции необходимо уяснить цель, которую лектор ставит перед собой и студентами. Важно внимательно слушать, отмечать наиболее существенную информацию и кратко ее конспектировать. По ходу лекции

следует подчеркивать новые термины, определения, устанавливать их взаимосвязь с изученными ранее понятиями.

При реализации дисциплины «Цифровые технологии в АПК» организуется практическая подготовка путем проведения практических и лабораторных работ, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

*знать:*

– основные принципы обработки данных в профессиональной деятельности (сбор, систематизация, хранение, защита, передача, обработка и вывод (визуализация));

– методы аналитической обработки данных на основе специализированных прикладных программных средств;

– программно-технологические и производственные средства обработки данных, в том числе сетевых;

*уметь:*

– использовать основные функциональные возможности сетевых технологий;

– использовать основные функциональные возможности специализированных прикладных программных средств обработки данных;

– формировать с использованием современных информационных технологий базу данных и ее интерпретировать;

*владеть:*

– статистической обработкой данных, подготовкой, редактированием и оформлением текстовой документации, графиков, диаграмм, рисунков;

– применением специализированных прикладных программных средств обработки данных для решения научно-исследовательских и производственных задач в сельском хозяйстве.

Для успешного освоения дисциплины «Цифровые технологии в АПК» в учебно-методическом пособии по изучению дисциплины приводится краткое содержание каждой темы занятия, перечень ключевых вопросов для самоконтроля работы студентов.



## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Площадь земельного фонда Российской Федерации в соответствии с данными Росреестра – 1 712,5 млн га, из них 383,6 млн га (22,4 %) земли сельскохозяйственного назначения (рисунок 1) [13]. Россия располагает 9 % всех продуктивных земель планеты, в то же время на ее территории производится лишь около 2 % мирового объема сельскохозяйственной продукции. Агропромышленный комплекс страны имеет огромный потенциал развития при условии обеспечения рационального, научно обоснованного землепользования, направленного на сохранение, поддержание и приумножение главного земельного богатства – почвенного плодородия [14].

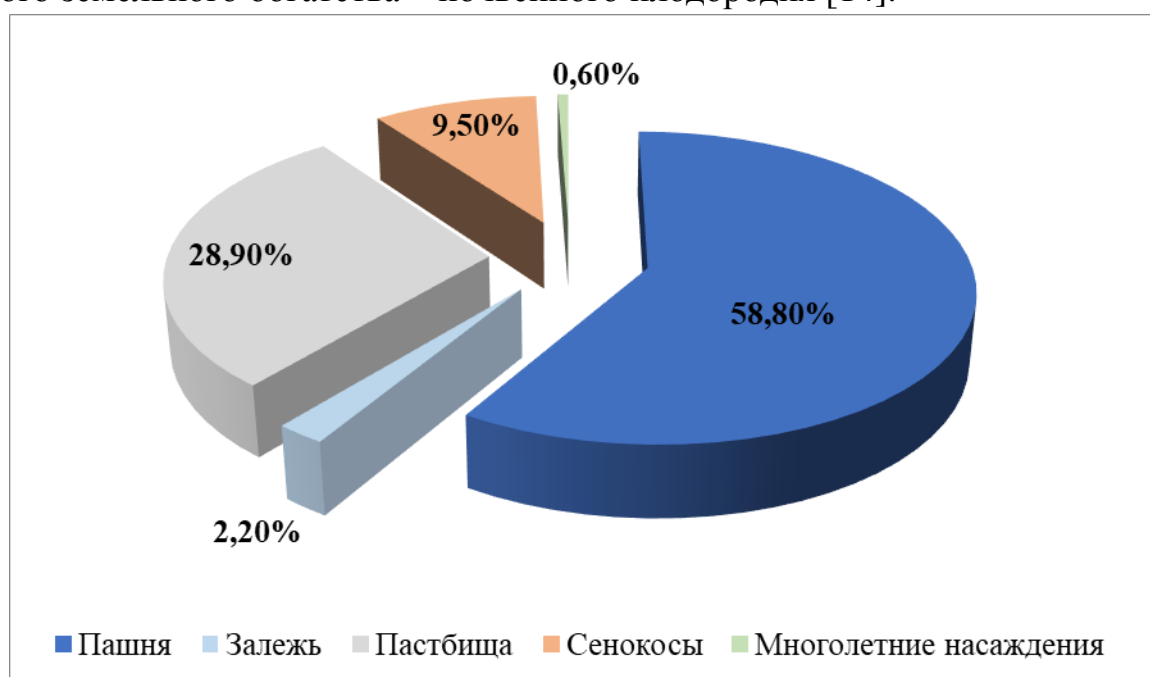


Рисунок 1 – Структура земельного фонда Российской Федерации по категориям земель

В соответствии с Земельным кодексом Российской Федерации, земли сельскохозяйственного назначения выступают как основное средство производства в сельском хозяйстве, имеют особый правовой режим и подлежат особой охране, направленной на сохранение их площади, предотвращение развития негативных процессов и повышение плодородия почв [15–16].

Государственный мониторинг таких земель включает в себя следующие виды работ:

- сбор информации о состоянии земель в Российской Федерации, ее обработку и хранение;
- непрерывное наблюдение за использованием земель, исходя из их целевого назначения и разрешенного использования;

– анализ и оценку качественного состояния земель с учетом воздействия природных и антропогенных факторов [17].

В век широко развивающихся информационных технологий все более актуальным становится компьютеризация, в том числе и в области агрохимического мониторинга. Использование геоинформационных технологий для инвентаризации почвенно-ресурсных данных, их хранения и научно-прикладного анализа – является одним из перспективных направлений исследования.

Компьютерная инвентаризация почв России и их свойств, совмещение ее с имеющимся цифровым картографическим материалом даёт возможность создать единую базу данных почвенных ресурсов, которая послужит основой оценки качества почв, а также глобального и регионального мониторинга состояния почв.

В настоящее время список используемых программ довольно широк. Пользователю могут быть доступны как платные, так и бесплатные профессиональные программы различного уровня. Программные продукты известных фирм, как правило, дороже, но при этом обладают значительно более широкими оперативными возможностями. Предпочтение за наиболее распространенными, что далее при работе позволит избежать проблем с совместимостью данных, получаемых из разных источников.

В России наибольшую популярность имеют ГИС, реализованные на двух основных мировых ГИС-платформах, а именно Map, Info компании PitneyBowes и ArcGIS, компании ESRI. Для использования в сельскохозяйственной отрасли народного хозяйства предпочтение чаще отдают MapInfoProfessional [18].

В Калининградской области прогружение всех данных о состоянии природных подсистем региона в геоинформационную систему [19] было начато в 2009 г. В рамках создания региональной общегеографической геоинформационной системы был запущен процесс компьютерной организации массивов структурно и семантически разнородных экспериментальных данных по Калининградской области. Были подготовлены базовая версия ГИС, набор тематических слоев и рабочие версии диагностических моделей для тематических слоев «Дигрессия ландшафтов» и «Региональная речная сеть». Все это позволяет говорить о безусловной полезности начатого в 2009 г. процесса создания ГИС для естественнонаучных исследований в регионе. В сельском хозяйстве ГИС технологии находятся на стадии внедрения.

Программой Организации Объединенных Наций (ООН) на период до 2030 г. поставлены цели развития на планетарном уровне.

Цель 15: «Сохранение экосистем суши» (Goal 15: Life on Land) – из 17 целей – *защита и восстановление экосистем суши и содействие их рациональному использованию, рациональное лесопользование, борьба с*

*опустыниванием, прекращение и обращение вспять процесса деградации земель и прекращение процесса утраты биоразнообразия [20].*

Развитие цифровых технологий может способствовать поддержанию и ускорению достижения каждой из целей в области устойчивого развития.

На протяжении всей истории сельскохозяйственного производства рабочая сила и производственные процессы претерпевали изменения в результате технологических революций, влекущих за собой внедрение новых форм и моделей труда, устаревание каких-либо других форм, технологий и моделей, а также более масштабные изменения в цикле производства сельскохозяйственной продукции. Нынешние масштабные изменения, вероятно, повлекут за собой серьезные последствия. Например, по оценкам Международной организации труда, переход к более «зеленой» экономике, подразумевающей внедрение устойчивой практики в энергоэффективном секторе, может повлечь за собой создание к 2030 г. 24 млн новых рабочих мест по всему миру.

Для управления этими тенденциями развития требуется изменить подход к образованию, например, путем уделения повышенного внимания науке, технике, инженерному делу и математике в тесном сопряжении с профессиональными навыками, в том числе в сельском хозяйстве. Человечество располагает все большим числом инструментов для поиска, анализа и использования данных цифровых технологий в различных сферах жизни и деятельности человека.

Сегодня цифровые технологии, такие системы, как объединение данных и искусственный интеллект, используются для отслеживания проблем, их диагностики в сельском хозяйстве, почвоведении, агрохимии и окружающей среде.

Почвоведение является фундаментальной наукой, в которой на данном этапе развития на первое место выходят методы математической статистики, моделирования, применения геоинформационных технологий (ГИС) и баз данных (БД) [21].

Картографирование почв имеет большое практическое значение. От точности и актуальности почвенных карт зависит решение многих прикладных задач, начиная от планирования землепользования и заканчивая решением кадастровых задач и экологических оценок. Результаты даже самого детального изучения свойств почв одного разреза при их практическом использовании нуждаются в экстраполяции, т. е. в переходе к картографическому изображению.

В последние десятилетия появились новые технологии и методы, использование которых существенно изменяет подходы к картографированию почв и их свойств. Во-первых, это геоинформационные технологии. Их использование при картографировании почв позволяет автоматизировать

многие этапы работы по составлению и обновлению почвенных карт, сделать этот процесс более объективным. Во-вторых, все большее внедрение в картографирование почв методов геостатистики, которые совместно с ГИС образуют уникальный инструмент для интерполяции данных точечных полевых обследований почв. В-третьих, постоянно возрастающая доступность дистанционных данных, которые все более широко используются в качестве источника информации для картографирования почв и их отдельных свойств. Все это приводит к тому, что в настоящее время уже практически завершен процесс перехода от традиционного «бумажного» картосоставления к цифровому. Почвенные карты все больше представляют собой компьютерные базы данных.

Исходя из актуальности вопроса, ниже приводится рекомендуемый алгоритм освоения лекционных тем.

### **Тема 1. Введение в дисциплину: цели, задачи. Цифровые технологии: понятие, роль, внедрение**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Цель и задачи освоения дисциплины.
2. Основные понятия.
3. Сущность цифровой трансформации экономики.
4. Цифровизация предприятий АПК: цели и задачи.

*Ключевые понятия:* цифровые технологии, цифровизация, интернет вещей, искусственный интеллект, цифровую среду погружения, облачные вычисления, кибербезопасность, анализа больших данных, машинное обучение.

*Литература:* [1, с. 4–7; 8–46]; [2, п. 4]; [3, п. I–IV]; [4, ст. 2, п. 1–3].

#### *Методические рекомендации*

Первая тема курса дисциплины «Цифровые технологии в АПК» позволит обучающимся получить представление о базовых понятиях дисциплины, в ней также определяется место изучаемого материала в системе научного знания и его взаимосвязь с другими дисциплинами.

При изучении второго вопроса необходимо ознакомиться с основными документами стратегического планирования мер, направленных на стимулирование развития цифровых технологий и информационной инфраструктуры в Российской Федерации и их использование в различных секторах экономики. Особое внимание следует уделить правильной

интерпретации содержания вводимых понятий и их восприятие как целостной системы при цифровизации отраслей сельского хозяйства.

Необходимо усвоить термины «информация», «информационное общество», «информационное пространство», «информационные технологии», «цифровые технологии», «инновации», «цифровая экономика», «экосистема цифровой экономики».

При изучении третьего вопроса необходимо понять, что внедрение цифровых технологий происходит быстрее, чем внедрение любых других инновационных разработок в истории человечества. Всего за два десятилетия цифровыми технологиями удалось охватить около 50 % населения развивающихся стран. Инновационные технологии активно внедряются во все сферы деятельности. И аграрная отрасль не стала исключением [22]. Использование цифровых технологий способствует расширению возможностей человечества (коммуникационных, финансовым, коммерческим, государственным услугам и др.). Человечество располагает все большим числом инструментов для поиска, анализа и использования данных цифровых технологий в различных сферах жизни и деятельности человека.

При изучении вопросов следует обратить внимание на использование искусственного интеллекта в сельском хозяйстве, почвоведении, агрохимии, и окружающей среде для отслеживания проблем и диагностики или мониторинга отдельных показателей. С каждым годом на поля выезжают все более высокотехнологичные агрегаты, оборудованные GPS-навигацией и системой телематики. Процессы, на которые раньше уходило большое количество рабочей силы, сейчас выполняются автоматизированными устройствами [22].

После изучения темы нужно усвоить, что инновации в индустрии агропромышленного комплекса качественно преобразовались в большом количестве направлений и представляют собой социально значимое явление по обеспечению продовольственной безопасности РФ. В результате освоения материала необходимо иметь представление об ожидаемых результатах реализации цифровизации в сельском хозяйстве России.

*Рекомендуемые документы к самостоятельному изучению к теме 1:*

1. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».
2. Указ Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации».
3. Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2016 г. № 350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства».

4. Постановление Правительства Российской Федерации от 25.08.2017 № 996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы».

5. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 07.07.2017 № 1455 «Стратегия развития сельскохозяйственного машиностроения России на период до 2030 года».

6. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2011 г. «Стратегия инновационного развития Российской Федерации до 2020 года».

7. Постановление Правительства Российской Федерации «О порядке разработки и реализации комплексных научно-технических программ и проектов полного инновационного цикла в целях реализации приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации» (проект).

8. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации 28.07.2017 №1632-р).

9. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 12 января 2017 г. № 3 «Об утверждении Прогноза научно-технологического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2030 г».

10. «Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года» (утверждён Правительством Российской Федерации 10 июля 2018 г.).

11. Федеральный закон от 24.07.2002 N 101-ФЗ «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения».

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Каковы основные понятия цифровой экономики России?
2. Дайте определение понятиям «информационное пространство», «информационные технологии», «цифровые технологии», «инновации», «цифровая экономика», «экосистема цифровой экономики».
3. Назовите основные программы развития цифровизации и информатизации отраслей экономики?
5. В чем заключается цель развития цифровой экономики страны?

## **Тема 2. Цифровые технологии в агропромышленном комплексе мира, России**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Цифровизация сельского хозяйства как стратегический элемент управления.
2. Вторая зелёная революция.
3. Тренды развития цифровых технологий в сельском хозяйстве.

*Ключевые понятия:* умное сельское хозяйство, цифровизация, цифровая трансформация сельского хозяйства, виртуальная модель цикла производства, государственная поддержка, продовольственная безопасность, импортозамещение.

*Литература:* [1, с. 47–56]; [5, с. 98–105]; [6, с.1–4]; [7, с. 4]; [8, с. 1].

#### *Методические рекомендации*

Длительное время сельское хозяйство не было бизнесом, привлекательным для инвесторов, в связи с длинным производственным циклом, подверженным природным рискам и большим потерям урожая при выращивании, сборе и хранении, невозможностью автоматизации биологических процессов и отсутствием прогресса в повышении производительности и инноваций.

Использование цифровых технологий в сельском хозяйстве ограничивалось применением компьютеров и программным обеспечением.

Не так давно фермеры начали использовать цифровые технологии для мониторинга сельскохозяйственных культур, домашнего скота и различных элементов сельскохозяйственного процесса. Мировой опыт показывает, что основная цель цифровизации – сквозное планирование и контроль всей цепочки производства продукции «от поля до вилки».

«Умное» сельское хозяйство, по сути, означает внедрение SMART-технологий в сельском хозяйстве. Понятие SMART с аббревиатурой (Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time bound) подразумевает правильную постановку целей и поиск оптимального пути их достижения. Что касается технологий, IT-сферы, то здесь слово «smart» берется как прямой перевод с английского языка и означает «умный».

В сельском хозяйстве находят применение обе стороны SMART:

- для сбора и анализа информации (GNSS, GIS, RS, Web, Big Data, Yield monitoring, Soil-test и др.);
- управления и принятия решений (Crop-, Land-, Livestock-management);
- выполнения принятых решений (Variable Rate Technology).

Умные технологии работают в первую очередь с информационной средой, их главная задача – сбор и анализ данных, мониторинг различных процессов. В агропромышленном комплексе спектр применения таких решений достаточно широк: с помощью смарт-технологий отслеживают работу крупногабаритной техники, контролируют обработку почвы, посадку и сбор урожая, внесение удобрений и пр.

Как показывают результаты исследований ученых, внедрение в сельское хозяйство интернета, роботизированных комплексов может привести к более

чем трехкратному повышению производительности труда, увеличить урожайность культур, уменьшить техногенное воздействие на окружающую среду и человека [23].

Цифровые («умные») технологии вошли и в область науки и практики **наук о Земле**. Почвы являются основой жизни для людей, растений и животных для нынешнего и будущих поколений. Поэтому защита почвы и устойчивое управление земельными ресурсами имеют первостепенное значение, особенно в контексте изменения климата, обезлесения и утраты биоразнообразия.

При освоении данной темы курса необходимо изучить, какие отрасли сельского хозяйства вступили в цифровое развитие.

Обратить внимание на приводимые лектором примеры внедрения IT-технологий в производственные циклы сельскохозяйственной продукции производимой на территории Калининградской области, России и мира в целом.

Следует понимать, что цифровая трансформация сельского хозяйства только начинает набирать темпы развития, поэтому невозможно предсказать, как будет выглядеть отрасль, например, через 15–20 лет. Однако очевидно, что эффекты от цифровой трансформации отрасли получают все участники рынка, а именно:

- сельхозпроизводитель, подключенный к платформе цифрового сельского хозяйства (ЦСХ), снизив человеческое участие до минимума, автоматически получает: информацию о посевах (стаде), ресурсах, метео- и гидроусловиях; располагает полным набором инструментов выбора животных (растений) с учетом совокупности характеристик развития территории; различные варианты кредитования (страхования), индивидуальные пакеты субсидирования технологических решений, складских услуг и реализации продукции через электронный документооборот; финансовую отчетность; подключение всей сельскохозяйственной техники к системам цифрового управления;

- государство получает объективные данные о сельхозпроизводителях, что позволяет усилить эффект оказываемых мер государственной поддержки;

- министерство сельского хозяйства, обеспечивая продовольственную безопасность РФ, получает возможность прогнозировать цену на основные продукты перед началом сезона;

- система социального питания существенно повышает качество, получая возможность сквозной прослеживаемости «от поля до потребителя», что позволит существенно повысить качество продукции и снизить наценку посредников [24].

После изучения данной темы обучающемуся важно понимать **высокую практическую ценность осваиваемой профессии**, так как полные преимущества цифровых технологий не могут быть достигнуты без базовых



знаний от структуре почвенного покрова, свойств почв, их деградации и охраны, так как земля – это средство производства в сельском хозяйстве.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Что вы понимаете под цифровизацией сельскохозяйственного производства?
2. Что такое «умные» технологии?
3. Что означает словосочетание «зеленая революция»?
4. В каких направлениях отрасли сельского хозяйства уже внедрены цифровые технологии? Приведите пример.

### **Тема 3. Геоинформационные системы**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Современное состояние.
2. Пространственные данные.
3. Перспективные направления в развитии АПК.

*Ключевые понятия:* ГИС, пространственные данные, растровые данные, векторные данные.

*Литература:* [9, с. 1–6]; [10, с. 1–2, 4–11]; [18, с. 3–10, 32–43]; [19, с. 8–22, 23–30, 31–46, 46–63, 66–69].

#### *Методические рекомендации*

При изучении первого вопроса изучаемой темы необходимо сформировать целостное представление о геоинформационных системах (ГИС) – это компьютерные системы, позволяющие эффективно работать с пространственно-распределенной информацией. При рассмотрении первого вопроса следует раскрыть понятия «пространственно-распределенная информация», «геопространство», «геоинформация», «ГИС», «ГИС-технология»; кратко записать о функциях и достоинствах ГИС.

На сегодняшний день все отрасли хозяйственной деятельности тесно сопряжены с ГИС. По некоторым оценкам, до 80–90 % всей информации, с которой мы обычно имеем дело, может быть представлено с помощью ГИС. Отсюда можно сделать вывод, что геоинформационные системы обладают огромным потенциалом, а их использование приносит неплохие дивиденды.

Этапы цифровизации АПК в России включает четыре этапа: автоматизация (1967–1980 гг.), электронизация (1980–1990 гг.), информатизация (1990–2000 гг.), цифровизация (современный период). С середины 2000-х годов начался процесс создания широкого спектра государственных информационных систем (ГИС). В настоящее время в реестре ГИС содержатся сведения о 336

ГИС, общей стоимостью более 200 млрд руб. По мнению экспертов, мощность ГИС используются только на 1–2 % [25, 26, 27].

Применение геоинформационных технологий в сельском хозяйстве является одним из перспективных и интенсивно развивающихся направлений в АПК, и позволяет придать процессу управления земельными ресурсами такие свойства, как глобальность, системность, оперативность, непрерывность [19] (рисунок 2).



Рисунок 2 – Сфера применения ГИС-технологий

Геоинформационные системы (ГИС) предназначены для хранения и анализа пространственных данных (рисунок 3) [28]. Это направление является перспективным в развитие АПК.

Существует пакет свободно распространенных ГИС, которые находят все большее применение во всем мире, и это связано не только с их стоимостью и открытым кодом, но и с тем, что за последнее время их функциональность резко повысилась и некоторые из них, например QGIS, могут по ряду аспектов конкурировать даже с таким лидером рынка, как ERSI ArcGIS [26].

ГИС основывается на пространственных данных. Погода, рельеф, леса, поля, встречи животных, дороги, дома и страны, города и сёла, все это и многое другое имеет пространственные данные, иначе говоря – это всё, что имеет координаты и их характеристики. Объекты могут быть разбросаны случайно или закономерно, регулярно или нерегулярно.

При изучении второго вопроса лекции необходимо понять, что пространственные данные обычно состоят из двух взаимосвязанных частей:

координатных и атрибутивных данных. Установление связи между этими частями называется геокодированием.

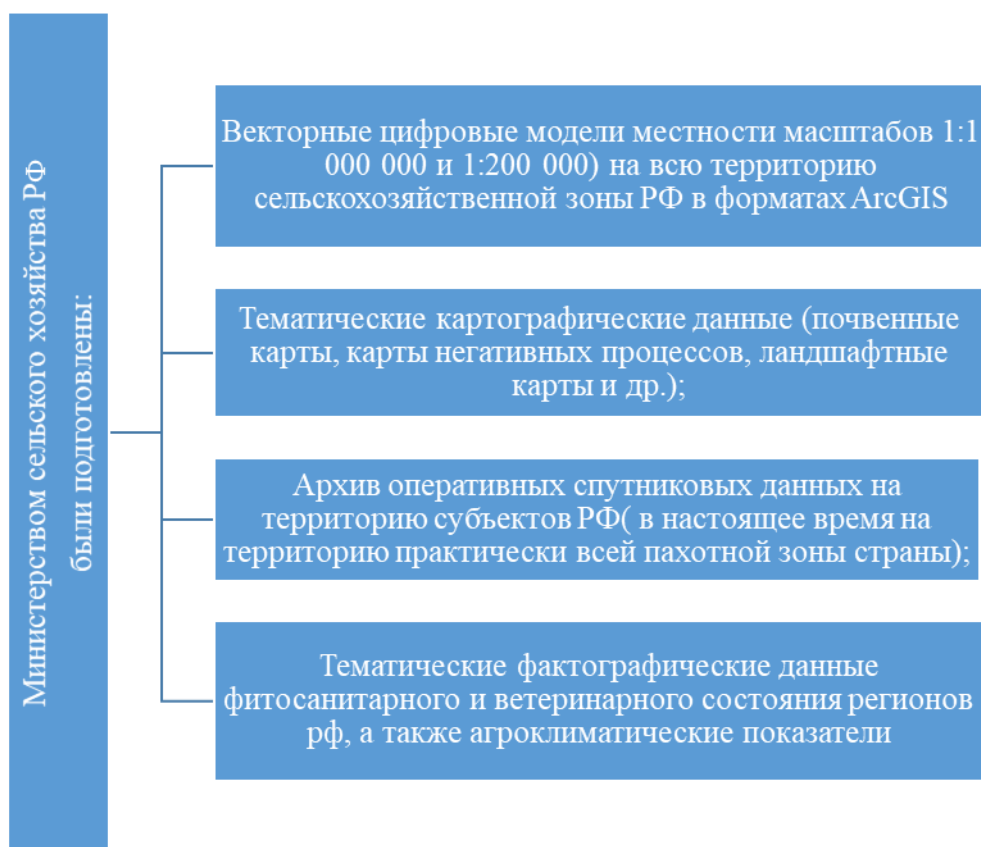


Рисунок 3 – Этапы реализации развития ГИС-технологий

Координатные данные определяют позиционные характеристики пространственного объекта. Они описывают его местоположение в установленной системе координат.

Атрибутивные данные представляют собой совокупность непозиционных характеристик (атрибутов) пространственного объекта. Атрибутивные данные определяют смысловое содержание (семантику) объекта и могут содержать качественные или количественные значения.

При изучении последнего вопроса необходимо понимать, что геоинформационные системы могут быть классифицированы по проблемной ориентации – решаемым научным и прикладным задачам. Таковыми задачами могут быть инвентаризация ресурсов (в том числе кадастр), анализ, оценка, мониторинг, управление и планирование, поддержка принятия решений, геомаркетинг. Кроме того, интегрированные геоинформационные системы совмещают функциональные возможности и систем цифровой обработки изображений (данных дистанционного зондирования) в единой интегрированной среде.

Применение ГИС–технологий в сельском хозяйстве позволит:

1) объединить большие объемы картографической и тематической информации в единую систему, и тем самым создать согласованную структуру данных для анализа имеющейся и получаемой информации;

2) повысить общую эффективность сельскохозяйственного производства, за счет предоставления актуальной аналитической информации по всему комплексу необходимых параметров для принятия оптимальных и своевременных управленческих решений, особенно в условиях рискованного и интенсивного земледелия;

3) уделять больше внимания пространственному анализу информации.

В целом можно сказать, что индустрия ГИС активно эволюционирует, изменяется и развивается, что свидетельствует о большом потенциале отрасли. Исходя из этого, можно надеяться, что в ближайшее время геоинформационные системы не утратят динамику своего развития и будут обеспечивать своих пользователей всё новыми и новыми возможностями [25].

При освоении темы лекции у обучающегося будут сформированы общие представления о ГИС, анализе данных в ГИС, использовании ГИС для принятия решений, возможности создания карт с помощью ГИС, областей применения ГИС.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Дайте определение понятиям, раскрытым в первом вопросе.
2. Из чего состоят пространственные данные?
3. Чем растровые данные отличаются от векторных?
4. Приведите примеры перспективного развития ГИС в области сельского хозяйства, наук о земле, биологических науках?

### **Тема 4. Дистанционное зондирование Земли, системы геопозиционирования, картография**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Геопортал.
2. Дистанционное зондирование Земли – ДЗЗ.
3. Навигационные системы, системы геопозиционирования – GPS/ГЛОНАСС.
4. Географические информационные системы.

*Ключевые понятия:* геопортал, ГИС, ДЗЗ, GPS/ГЛОНАСС, пространственные данные

*Литература:* [11, с. 1–6]; [12, с. 1–4]; [13, с. 1–8]; [14, с. 2–4]; [15, с. 2–5]; [16, с. 2–4]; [17, с. 131–137]; [19, с. 11–14, 14–27].

### *Методические рекомендации*

В настоящее время спрос на данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса неуклонно растет за счет того, что космические снимки на сегодняшний день являются одним из наиболее оперативных и достоверных источников информации. Современные системы ДЗЗ позволяют практически ежедневно получать снимки выбранного участка местности с высоким пространственным разрешением, что дает возможность внедрять использование таких данных помимо традиционных сфер применения во все большее количество различных сфер социальной, экономической, научной деятельности человека [29]. Первооткрывателями этой отрасли стали такие геопорталы, как Google Maps, Яндекс.карты, позднее были запущены Росреестр и геопортал инфраструктуры пространственных данных (ИПД), порталы Министерств, ведомств.

Геопортал – это единая точка доступа к распределенным геоинформационным ресурсам.

В первых трех вопросах изучаемой темы необходимо сформировать целостное представление об основных понятиях. Необходимо отличать непосредственно картографию, дистанционное зондирование Земли (или ДЗЗ) и геоинформационные системы.

Во всех перечисленных понятиях в основе работы лежат пространственные данные. Погода, рельеф, леса, поля, встречи животных, дороги, дома и страны, города и сёла, все это и многое другое имеет пространственные данные, иначе говоря – это всё, что имеет координаты и их характеристики. Объекты могут быть разбросаны случайно или закономерно, регулярно или нерегулярно.

Необходимо понять, что пространственные данные обычно состоят из двух взаимосвязанных частей: координатных и атрибутивных данных. Установление связи между этими частями называется геокодированием.

Координатные данные определяют позиционные характеристики пространственного объекта. Они описывают его местоположение в установленной системе координат.

Атрибутивные данные представляют собой совокупность непозиционных характеристик (атрибутов) пространственного объекта. Атрибутивные данные определяют смысловое содержание (семантику) объекта и могут содержать качественные или количественные значения.

Геоинформационные технологии становятся всё более тесно связанными с сельским хозяйством. Первая в мире ГИС, разработанная в 1960 г. в Канаде, была предназначена для составления планов сельскохозяйственного землеустройства.

При изучении последнего вопроса необходимо понимать, что геоинформационные системы могут быть классифицированы по проблемной ориентации – решаемым научным и прикладным задачам. Таковыми задачами могут быть инвентаризация ресурсов (в том числе кадастр), анализ, оценка, мониторинг, управление и планирование, поддержка принятия решений, геомаркетинг. Кроме того, интегрированные геоинформационные системы

совмещают функциональные возможности и систем цифровой обработки изображений (данных дистанционного зондирования) в единой интегрированной среде.

Многозональные снимки ДЗЗ, сделанные с космических аппаратов, служат основой при интерпретации спектральных характеристик растительного и почвенного покровов для получения достоверных сведений о вегетационных процессах. Повышение детальности космической съемки, её периодичности и доступности, позволило внедрять методы и технологии регулярного космического мониторинга в аграрном секторе. Для этих целей были запущены целые «созвездия» ресурсных спутников, к примеру, действующие сегодня: Terra/Aqua, Sentinel-2, UK-DMC-2, SPOT-6/7 и др. [29].

Развитие ГИС и ДЗЗ происходило в тесной взаимосвязи. Сегодня внедряются специализированные ГИС (серверы) космического мониторинга земель: отечественные – КосмоАгро, ВЕГА-ПРО, зарубежные – CROPIO, AgDNA, AgriVi. Геосервисы имеют свою обоснованную функциональную структуру (рисунок 4) [29].



Рисунок 4 – Функциональная структура геосервиса космического мониторинга сельскохозяйственных земель [29]

Вся используемая космическая съемка является многозональной, т. е. аппаратура снимков снимает целевую территорию в нескольких каналах светового спектра. Важным является наличие сенсоров видимых (0,4–0,7 мкм) и ближних инфракрасных (0,7–3,0 мкм) участков излучения, для которых характерны наибольшие различия в отображении состава и структуры растительного и почвенного покрова. На основе обработанных космических данных проводится расчет различных показателей состояния растительного и

почвенного покрова. Центральное место занимает построение вегетационных индексов, а самой распространенной методикой является расчет индекса NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), отражающего для каждого пикселя соотношение яркостей на снимке в двух зонах спектра: 0,6–0,7 мкм – макс поглощения солнечной радиации хлорофиллом; 0,7–0,3 (ближайшая инфракрасная область) – область макс отражения клеточных структур листа (рисунок 5) [29].



Рисунок 5 – Пример графика сравнения хода NDVI с годом-аналогом

По своей сути этот индекс характеризует количество активно вегетирующей биомассы растительности.

Кроме него существует еще более 160 индексов, например, индекс внутренней неоднородности полей, индекс изменения растительного покрова, индекс условий вегетации [29].

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Дайте определение «геопортал», «ГИС», «ДЗЗ», «GPS/ГЛОНАСС».
2. Что такое пространственные данные?
3. Почему развитие ГИС и ДДЗ важно для мониторинга земель?

### **Тема 5. Структуризация и классификация данных мониторинга почв с использованием геоинформационных технологий**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Проблемы в почвоведении и агрохимии.
2. Методика создания базы данных почвенных ресурсов на основе структуризации и классификации данных агрохимического мониторинга почв.

*Ключевые понятия:* земельные ресурсы, почва, почвенные ресурсы, мониторинг, данные.



*Литература:* [17, с. 30–58, 131–137]; [18, с. 27–30, 44–57].

#### *Методические рекомендации*

У студента первого курса еще не сформированы представления о состоянии почвенного покрова, его структуре, экологических проблемах, деградации, плодородии и пр. В связи в этом обучающемуся рекомендуется дать общие представления о проблемах, встречаемых в почвоведении и агрохимии, раскрыть понятия «земля», «земельные ресурсы», «почва», «почвенные ресурсы».

При изучении второго вопроса основной акцент следует сделать на изучение этапов создания базы данных почвенных ресурсов на основе структуризации и классификации данных агрохимического мониторинга почв:

- анализ и обработка фондовых материалов;
- обработка картографических основ;
- векторизация и привязка объекта исследования к системе координат;
- наполнение полигонов информацией;
- создание картограмм по агрохимическим показателям;
- карта полей к практическому использованию.

При этом важно понимать, что цель таких работ – обеспечение научно-технической основы, стратегии рационального использования почвенных ресурсов, мониторинга состояния почвенного покрова и управления плодородием почв.

Основное внимание рекомендуется обратить на пакет используемых программных решений.

Технология структуризации и классификация данных мониторинга почв состоит из выбора пакета графических или картографических программ для выполнения ГИС-карты.

ArcGis программа для создания географической информации, подготовки карт, выполнения анализа. Данная система включает в себя программное обеспечение, интерактивную облачную инфраструктуру, настраиваемые ресурсы [30, 31]. ArcGis является масштабируемой системой для создания, управления, интеграции и анализа географических данных для любой организации, от индивидуума до большой корпорации и позволяет внедрять в жизнь географическую информацию и использовать ее при помощи карт; дает возможность создавать виртуальное 3D на изображение и прогнозирование ситуаций на основе пространственных данных локального уровня, в масштабе всей Земли; позволяет использовать ГИС-функциональность в полевых условиях.

Мобильные ГИС позволяют легко и быстро перейти от работы в офисе к выполнению полевых работ, используя картографические материалы, передавать результаты полевых исследований в корпоративную



геоинформационную систему и обратно.

ArcMap – основное приложение ArcGISDesktop, используемое для создания, анализа и редактирования карт, содержащее набор слоев карты, легенду, масштабные линейки и другие элементы [32, 33].

Структуризация данных включает несколько этапов:

- 1) сканирование, склеивание и очищение карты;
- 2) векторизация растровой картинки;
- 3) географическая привязка векторной карты к ГИС-координатам;
- 4) систематизация и анализ табличных данных в цветные диаграммы по содержанию: органического вещества, обменного калия, подвижного фосфора; по кислотности;
- 5) загрузка информационной карты в приложение CarryMap.

Оцифровка карт с бумажных носителей на сегодняшний момент весьма актуальна. Это связано в первую очередь с тем, что бумажные карты архивных фондов карт-материалов приходят в негодность. Доступ к электронным картам в любое время и в любом месте при наличии Интернета и доступа к ним дает возможность быстро оперировать данными, группой систематизированных данных, принимать своевременно обоснованно верное решение к поставленным задачам

Первоначально осуществляется сканирование бумажной карты для получения растрового варианта (цифровое изображение, получаемое путем сканирования обычной бумажной карты). Сканирование бумажной карты дает возможность перевести ее в электронный вариант для дальнейшей работы с ней.

Отсканированные части карты загружаются в графический редактор Paint.net и склеиваются с увеличением масштаба исходного полотна, с учетом количества частей карты с использованием метода притягивания и вращения. Все действия являются этапами по воссозданию бумажной карты и созданию электронной основы. Полученный вариант требует тщательной очистки карты. Очищение карты от шумов производится на каждом отдельном участке.

Paint.net – бесплатная программа, доступная любому пользователю сети Интернет [34]. Детальное очищение карты от ненужного материала (точки, тире, номера контуров, лишние обозначающие знаки) осуществляется с помощью инструментов, предоставленных в программе, и является важным этапом перед векторизацией. После очистки на карте остаются только сельскохозяйственные угодья: границы контуров, границы естественных участков (озера, колодцы, направления проходов сельскохозяйственной техники и др.). Такой макет готов к векторизации карты.

Векторизация контуров хозяйства может осуществляться в программе WinToro с помощью автоматической функции One-Touch Vectorization [35]. Эта программа предназначена для оцифровки растровой карты. С её помощью можно преобразовать растровую карту в векторную, под которой понимается

набор прямых, кривых, многоугольников. Программа позволяет этот процесс производить автоматически. Выгружается векторная карта в один из общих векторных форматов.

Преимущества векторизованной карты:

- сохранение качества изображения при приближении к слою;
- уменьшение объема файла минимум в 100 раз, что позволяет в дальнейшем открывать и прогружать файл на любом устройстве. Этот этап очень важен, потому что при наложении слоев один на другой, в каждый из которых уже добавлены табличные данные и обозначающие символы, вычислительная система может не справиться с обработкой большого объема информации. Изначальное уменьшение объема файла даст возможность открывать карту на смартфоне любой мощности.

В программе ArcMap осуществляется привязка от векторизованной карты через создание Shape-файла карты и экспорта заранее проанализированных и систематизированных в таблицы данных фондовых материалов по каждому контуру хозяйства. На этом этапе производится слияние двух слоев, используя метод притягивания. На картах хозяйства для этого были использованы четыре точки. Точки выбирались на двух картах в одинаковых местах. Количество точек зависит от размера карты. Чем точнее будут выбраны точки на одной карте и захват этой же точки на топографической карте, тем точнее произойдет наложение двух слоев. Метод притягивания, метод преобразования подобия и при необходимости метод резинового листа позволяют получить максимально точное наложение карт.

После наложения двух карт осуществляется привязка карты хозяйства к ГИС-координатам, в которых расположен исследуемый объект. Для привязки электронной карты к единой системе координат использованы данные карт системы Google, которые привязаны к каждому региону страны. Векторные слои контуров участков земель хозяйства имеют географическую привязку в системе координат WGS\_1984\_UTM\_ZONE на эллипсоиде 34N.

Местоположение сельхозтоваропроизводителя на карте определяется по его фактическому (юридическому) адресу, занесенному в базу данных. Хозяйство имеет координаты с наименованием соответствующего муниципального района, в котором оно зарегистрировано. По хозяйству создана информационная карточка, куда записан адрес хозяйства, его наименование, ИНН. Также в карточку можно заносить данные по специализации хозяйства, показателям работы, ценовую информацию по реализации произведенной продукции и другую информацию [37].

Создание информационных слоев электронной карты и привязка атрибутивной информации к каждому агрохимическому показателю позволяет воспроизводить варианты тематических закрасок карты, облегчающих визуальную оценку состояния пахотных почв хозяйства с теми или иными

наборами агроэкологических параметров.

Структуризация данных производится по следующим слоям:

- хозяйство;
- номер контура;
- район;
- номер участка;
- площадь в гектарах;
- вид угодий;
- тип почвы;
- механический состав;
- значение органического вещества;
- содержание обменного калия;
- содержание подвижного фосфора;
- по показателю кислотности;
- по гидролитической кислотности;
- сумма поглощенных оснований;
- сера;
- магний.

Такой набор характеристик позволяет с разных позиций анализировать пригодность использования почвенных ресурсов и технологических возделываний культур. В легенде карты приведены принятые группировки показателей для данных типов почв. В результате загрузки агрохимических данных мониторинга почв на электронную карту-основу по каждому показателю формируется цифровая цветная картограмма со своим общепринятым цветовым отображением, шапкой готовая к печати и практическому использованию (рисунки 6, 7) [37].

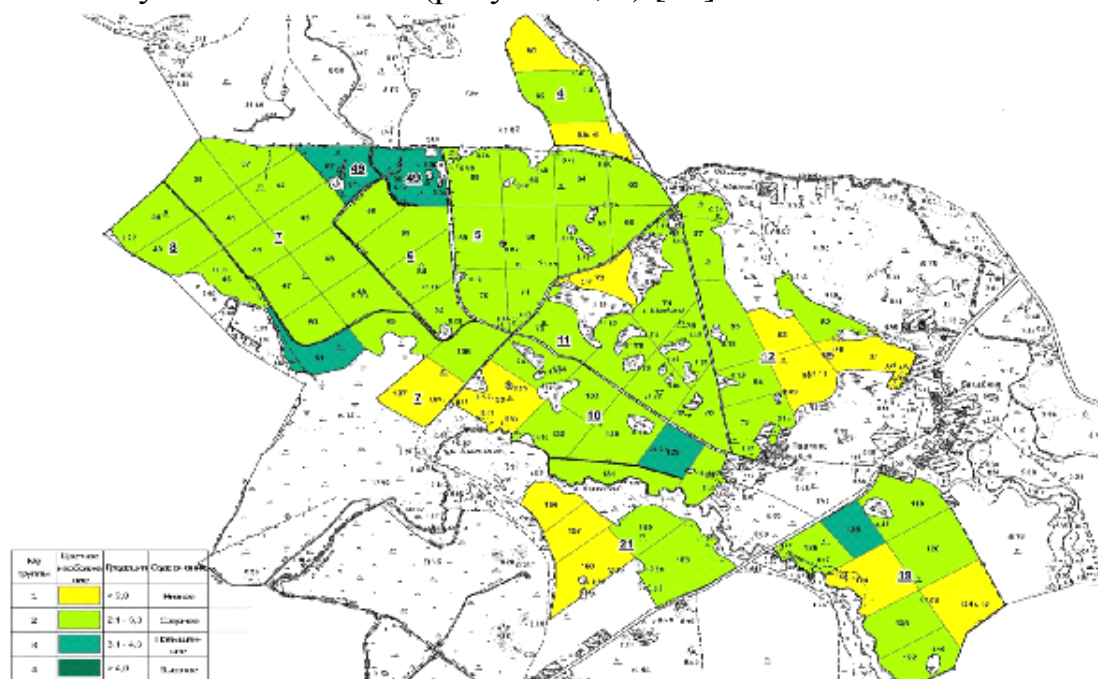


Рисунок 6 – Картограмма по содержанию органического вещества [37]

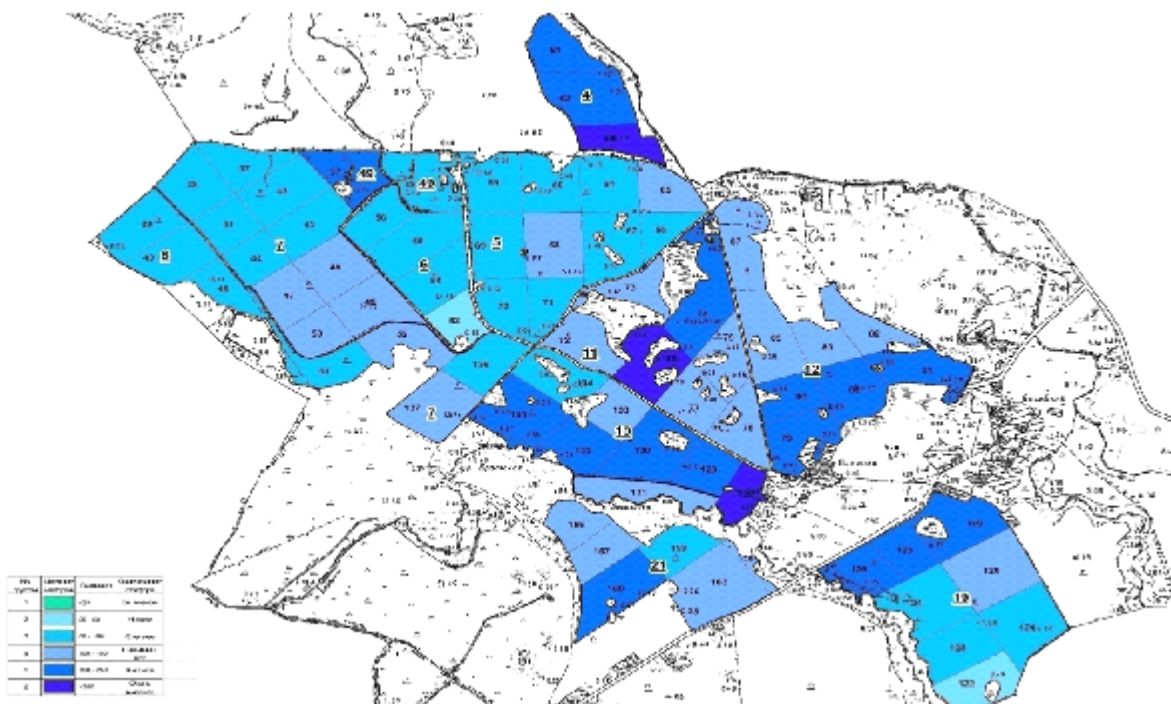


Рисунок 7 – Картограмма по содержанию подвижного фосфора [37]

Цветовая градация показателей по шкалам по каждому элементу дает обоснование и возможность вносить органические и минеральные удобрения с конкретными дозами на конкретный контур. Это экономически выгодно.

На этой основе может быть создан электронный архив картографических моделей и атрибутивной информации по контурам, угодьям (рисунок 8). Это имеет огромную практическую значимость при управлении земельными ресурсами на сельхозпредприятиях: разработке систем удобрений, систем земледелия, структуры севооборотов.

Кроме того, практическое использование созданных картограмм возможно в полевых условиях. Для этого цифровые карты загружаются в мобильное приложение СартуМар [36].

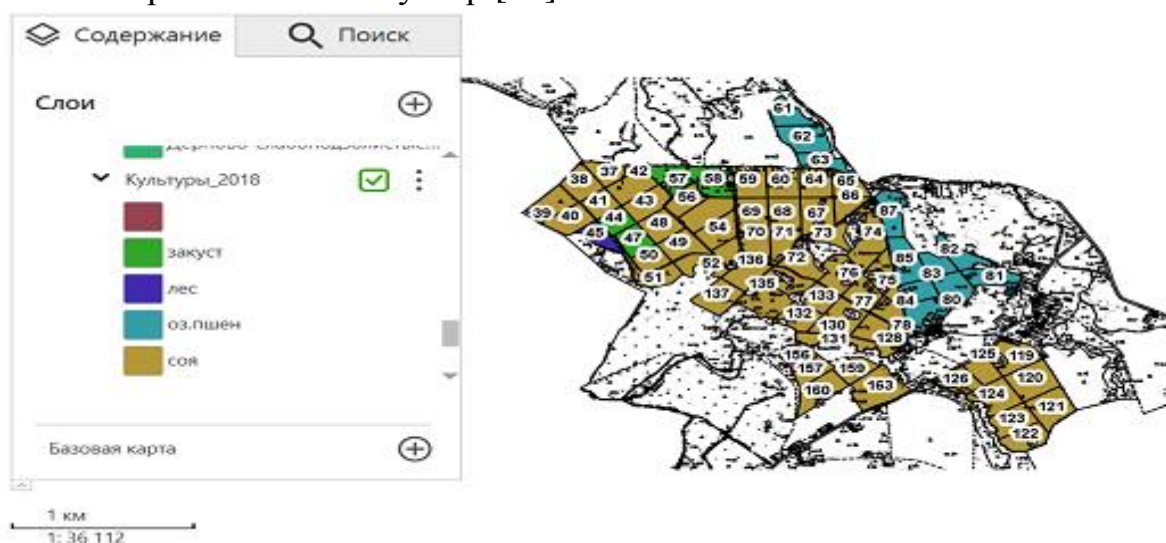


Рисунок 8 – Структура земель (пример) [37]

Это специалисту дает возможность в любой точке загрузить карту в мобильном устройстве, посмотреть агрохимическую сводку поля и даже добавить задачу.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какие этапы включает структуризация данных почвенного обследования?
2. Какие программные пакеты вам известны?
3. Что такое классификация и структуризация данных агрохимического мониторинга почв?

### **Тема 6. ГИС как инструмент менеджмента**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Вопрос хранения, анализа и использования данных.
2. Системы Gis – инструмент управления при мониторинге объектов.

*Ключевые понятия:* Gis Bis,

*Литература:* [6, с. 36–42]; [10, с. 115–137]; [19, с. 87–93]; [20, с. 184–193].

#### *Методические рекомендации*

При изучении первого вопроса необходимо понимать, что геоинформационные системы предназначены для решения различных задач производства на основе использования пространственно-локализованных данных об объектах и явлениях природы и общества.

При изучении вопроса важно отметить, что географические информационные системы – системы, предназначенные для сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных данных и связанной с ними информации об объектах, представленных в ГИС.

В то время как бумажные носители быстро устаревают, карты ГИС становятся все более широко используемыми как в научных исследованиях, так и отдельными людьми. Причины тому – возможность быстро обновлять информацию, вносить изменения и большой потенциал в составлении различных аналитических тематических схем. Однако их реализация в ландшафтной архитектуре в настоящее время недостаточна. В то же время использование ГИС позволяет получать информацию в режиме реального времени, проводить многоэтапный анализ пространств, составлять различные тематические карты на основе единой топографической основы [38].

При изучении второго вопроса темы следует кратко записать, что ГИС – это инструмент управления атрибутивными данными. Принято считать, что географические данные составляют около 70 % объема всей информации,

циркулирующей в ГИС. ГИС позволяет принимать решения на основе географической информации, поскольку она связана с координатами на карте, что позволяет интерпретировать ее в графической форме. В этом главное отличие системы ГИС от других типов инструментов обработки информации [38].

**Основная единица в ГИС – данные.** Данные (лат. Datum-act) – совокупность фактов и информации, представленных в некоторой формализованной форме для использования в науке и других сферах человеческой деятельности.

Под данными в среде ГИС понимается информация, известная об объектах реального мира; результаты наблюдений и измерений этих объектов. Элемент данных содержит две главные компоненты: географические сведения, описывающие его местоположение в пространстве относительно других объектов (пространственные данные), и атрибутивные данные, которые описывают сущность, характеристики, переменные и значения.

Структура ГИС, как правило, включает четыре обязательные подсистемы:

1) ввода данных, обеспечивающую ввод и/или обработку пространственных данных, полученных с карт, материалов дистанционного зондирования и т. д.;

2) хранения и поиска, позволяющую оперативно получать данные для соответствующего анализа, актуализировать и корректировать их;

3) обработки и анализа, которая дает возможность оценивать параметры, решать расчетно-аналитические задачи;

4) представления (выдачи) данных в различном виде (карты, таблицы, изображения, блок-диаграммы, цифровые модели местности и т. д.) [39].

В результате исследований за объектами живой и не живой природы, в любой области и сфере возникает проблема – способа хранения информации. В настоящее время, чтобы успевать отслеживать, вносить корректировки в полученные ранее сведения о состоянии, например, озелененных территорий, целесообразно использование геоинформационных систем, или ГИС [40].

Это позволит классифицировать данные мониторингов, на основании которых можно проводить анализ, отслеживать развитие растительных сообществ, животных и пр., принимать решения об использовании различных территорий, т. е. сделать пространство города максимально комфортным и насыщенным, что особенно важно при нехватке озелененных территорий в городе.

На примере МАУК «Калининградского зоопарка» обучающему предлагается рассмотреть несложное применение геоинформационной системы GIS BIS.

В Калининградском зоопарке по состоянию на июль 2019 г. на территории насчитывалось 2650 уличных деревьев, кустарников, лиан и групп растений

(например, зеленых изгородей). Территория зоопарка поделена на 10 участков с границами по основным элементам дорожно-тропиночной сети. С целью определения подхода к учету и мониторингу состояния зеленых насаждений на примере интеграции данных об их видовом и количественном составе, пространственном расположении, конфликтах с объектами инфраструктуры, результатах периодических осмотров и работ по уходу была внедрена сертифицированная информационно-аналитическая система GIS BIS в 2019 г.

Все исходные данные классифицированы и собраны в группы слоев, что позволяет оптимально отображать информацию в системе и распределять обязанности между соответствующими отделами и службами, по внесению новых данных и работе с ними. Группировка слоев ГИС «Калининградский зоопарк» приведена в таблице 2.

Каждому дереву, кустарнику или группе растений был присвоен порядковый номер. При постановке на бухгалтерский учет каждому растению был также присвоен инвентарный номер основного средства. Сами данные о зеленых насаждения были представлены следующими документами:

- перечетными ведомостями инвентаризации зеленых насаждений на территории зоопарка за 2015–2016 г.г. в формате .xls;
- инвентарными планами с номерами деревьев и кустарников на бумажных носителях (листы формата А3, ручная нумерация);
- топографический план в формате .dwg без нумерации деревьев и кустарников.

Подробнее рассмотрим работу с объектами дендропарка в GIS BIS на примере данного экземпляра бука лесного *Atropurpurea* (*Fagussylvatica Atropurpurea Pendula*) обладающего высокой исторической ценностью, входящего в национальный реестр старовозрастных деревьев России программы «Деревья – памятники живой природы России» под номером 831 (рисунок 9) [41].

Атрибутивные данные данного объекта обобщены и сформированы в виде учетной карты древесного насаждения (рисунок 10).

Таблица 2 – Группировка слоев ГИС «Калининградский зоопарк» [40, 41]

№ п/п	Группа слоев	Слой	Содержание
1	Зеленые насаждения <sup>1</sup>	Газоны	Участки газонного покрытия
		Отжимы	Отжимы, содержащие зеленые изгороди или массивы растений
		Кустарники	Учтенные по отдельности кустарники
		Кроны	Проекции крон деревьев, выстраиваются автоматически в масштабе при указании диаметра кроны в карточке дерева

<sup>1</sup> Деревья отображаются в системе по умолчанию



№ п/п	Группа слоев	Слой	Содержание
		Группы зеленых насаждений	Кустарники или деревья, учтенные группой
		Зоны потенциального поражения деревьев	Зоны потенциального поражения от падения или слома дерева, выстраиваются автоматически, имеют два радиуса – 1) наибольший риск, равен высоте дерева, 2) потенциальные риски, связанные с повреждением соседних деревьев, сооружений, линий электропередач – равен 1,5 высоты дерева.
		Тепловая карта работ с деревьями	Наглядная цветовая схема, показывающая частоту работ с деревьями. Наиболее «горячие» объекты требуют пристального внимания, с ними выполнялось больше всего работ.
		Границы участков	Границы участков согласно инвентаризации.
2	Благоустройство	Дорожки и площадки	Дорожно-тропиночная сеть, площадки с твердыми покрытиями (учитывается тип покрытия)
		Водные объекты	Пруды и ручей
		Строения и сооружения	Здания, постройки, специальные сооружения
		МАФы	Малые архитектурные формы
		Вольеры	Территории вольеров
		Граница территории	Граница земельного участка МАУК «Калининградский зоопарк»
3	Инженерные коммуникации	Водопровод	Водопроводные линии, колодцы и пр.
		Газопровод	Линии газопровода
		Канализация	Бытовая и ливневая канализация, колодцы, коллекторы, очистные сооружения.
		Тепловая сеть	Линии сетей теплоснабжения
		Кабель высокого напряжения	Линии электроснабжения, электрические щиты и пр.
		Кабель низкого напряжения	Сети связи, оповещения, уличного освещения и др.
4	Животный мир	Коллекция животных	Коллекция животных калининградского зоопарка
		Гнездовья	Гнездовья синантропных птиц на территории
		Сетка встреч птиц	Сетка орнитологических наблюдений
		Птицы	Птицы, встречаемые на территории калининградского зоопарка



1 8-24 Бук лесной Атропурпуреа d=136 см		
<b>Основная информация</b>		
Номер участка	8	
Шифр	24	
Видовое название	Бук лесной Атропурпуреа	
Количество, шт.	1	
Диаметр ствола, см	136	
Диаметр кроны, м	27	
Высота, м	32	
Состояние	Хорошее	
Год посадки		
Местоположение дерева	Холм у восточной части ограждения Большого пруда	
Оценка риска	<input checked="" type="checkbox"/>	
Инвентарный номер	OC007004542	
Компенсационная посадка		
Возраст, лет	300	
Обследования в текущем году	<input type="checkbox"/>	
Обследования в прошлом году	<input checked="" type="checkbox"/>	
Обозначено на карте	<input checked="" type="checkbox"/>	

Рисунок 9 – Учетная карта бука лесного *Fágus sylvática*

*AtropurpureaPendula* (пример) [40, 41]

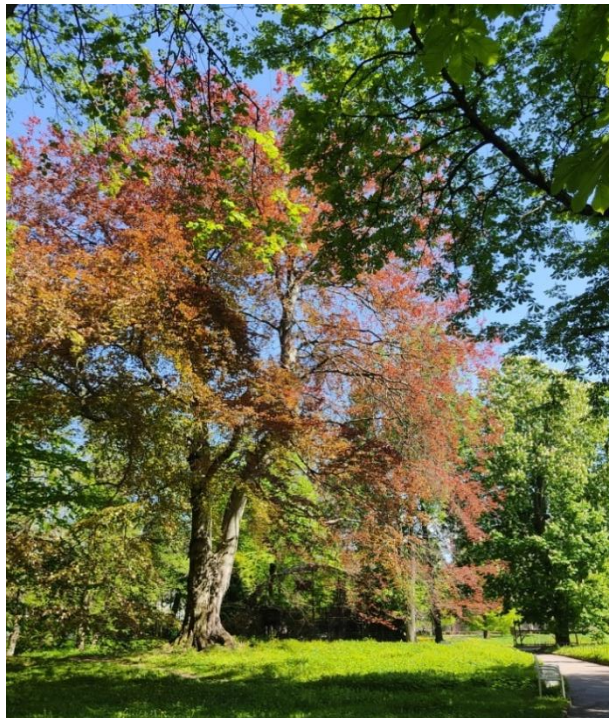


Рисунок 10 – Бук лесной пурпунолистный (*Fágus sylvática Atropurpurea Pendula*)

В результате оценки состояния бука лесного пурпурнолистного, произрастающего на территории калининградского зоопарка, с учетом патогенов и морфометрии дерева определен наиболее вероятный сценарий слома восточной вершины по острой развилке (рисунок 11).



Рисунок 11 – Направление падения в случае слома восточной вершины экземпляра [41]

Сомкнутость крон древесных насаждений центральной части дендрария зоопарка представлена в отдельном растровой слое «КРОНЫ» в программе GIS BIS (рисунок 12).

Система автоматически выстраивает проекции в слое «КРОНЫ», что позволяет наглядно увидеть плотность полога и инструментом измерения



площади, подсчитать суммарную площадь сомкнутых крон. Например, на участке произрастания упомянутого ранее бука лесного пурпурнолистного сомкнутость достигает значения 0,86 (рисунок 13).



Рисунок 12 – Диаметры проекции крон в центральной части территории [41]



Рисунок 13 – Плотность древостоя в зоне произрастания бука лесного [41]

В целом на доступной для посетителей территории зоопарка вокруг «Большого пруда» значение сомкнутости составляет 0,90, что позволяет охарактеризовать эту часть дендрария преимущественно как закрытое пространство горизонтальной сомкнутости, отделяющее пруд с водоплавающими птицами от центральной аллеи, т. е. выполняющее изолирующую функцию. В качестве ландшафтной доминанты, создающей растительный акцент в восточной части этого комплекса, выступает как раз Бук лесной пурпурнолистный.

Аналогичным образом управление объектами или группами объектов осуществляется на любом информативном слое программы (таблица 1, столбец 3).

В научно-исследовательских целях можно формировать различные слои, например, такие как «ПОЧВА», «ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА», «АНТРОПОГЕННАЯ НАГРУЗКА» и др.

Возможность наполнения любой основы системы ГИС неограниченным количеством слоёв позволяет называть их «живыми системами», способными адаптироваться под любые управленческие и исследовательские решения.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какую роль играют ГИС при управлении объектами живой и не живой природы?
2. Для чего необходима цифровизация сельского хозяйства?
3. Что такое «СЛОИ» ГИС?
4. Что подразумевается под понятием «наполнение данными ГИС»?
5. Почему ГИС называют «живыми системами»?
6. Назовите элементы структуры ГИС.
7. Укажите области и сферы деятельности, где по вашему мнению возможно применение ГИС как инструмента менеджмента.

### 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ

Особенность курса заключается не только в его теоретической, но и лабораторной направленности. Лабораторные работы являются важной составной частью учебного процесса изучаемого курса, поскольку помогают лучшему усвоению курса дисциплины, закреплению знаний, получению первичных навыков применения цифровых технологий при мониторинге почв.

Методическая модель преподавания дисциплины основана на проведении контроля текущей успеваемости обучающегося – защите лабораторной работы. Всего запланировано пять текущих аттестаций при изучении дисциплины. Для прохождения текущей аттестации студент должен показать набор знаний и навыком при решении конкретной задачи.

К защите следует представлять лабораторные работы, оформленные в полном соответствии с заданиями. Выполнять задания следует, придерживаясь алгоритма решения, представленного в учебно-методическом пособии к лабораторным работам.

Зачет с оценкой – «ЗаО» является экспертной и зависит от уровня освоения студентом практического материала (наличия и сущности ошибок, допущенных студентом при ответе на вопросы) (таблица 3). Для успешного прохождения текущей аттестации студенту следует ответить на один-два вопроса по теме лабораторной работы. В случае, если студент не смог дать полный и верный ответ, преподаватель может задать дополнительные вопросы.

При необходимости для обучающихся инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом его индивидуальных психофизических особенностей.

Таблица 3 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок	2	3	4	5
	0–40%	41–60%	61–80 %	81–100 %
Критерий	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
<b>1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов</b>	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
<b>2. Освоение стандартных алгоритмов</b>	В состоянии решать только фрагменты поставленной	В состоянии решать поставленные	В состоянии решать поставленные	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и

Система оценок Критерий	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
	<b>0–40%</b>	<b>41–60%</b>	<b>61–80 %</b>	<b>81–100 %</b>
	<b>«неудовлетворительно»</b>	<b>«удовлетворительно»</b>	<b>«хорошо»</b>	<b>«отлично»</b>
<b>решения профессиональных задач</b>	задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	задачи в соответствии с заданным алгоритмом	задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

Для прохождения промежуточной аттестации студент должен показать набор знаний, необходимых для системного взгляда на изучаемый объект и в состоянии решить поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом.

#### 4 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

При организации самостоятельной внеаудиторной работы обучающегося по материалам учебно-методического пособия по изучению дисциплины рекомендуется использовать «Список рекомендуемой литературы для самостоятельной работы»:

1. Цифровая трансформация сельского хозяйства России: офиц. изд. – Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 80 с.

2. Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 г. №203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 г.» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919>

3. Программа «Цифровая экономика России» (распоряжение Правительства Российской Федерации от 28.07.2017 г. №1632-р)

4. Федеральный закон от 27 июля 2006 г. №149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и защите информации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.alta.ru/tamdoc/06fz0149/>

5. Анищенко, А. Н. «Умное» сельское хозяйство как перспективный вектор роста аграрного сектора экономики России / А. Н. Анищенко // Продовольственная политика и безопасность. – 2019. – № 2, т. 6 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/umnoe-selskoe-hozyaystvo-kak-perspektivnyu-vektor-rosta-agrarnogo-sektora-ekonomiki-rossii/viewer>

6. Щербина, Т. А. Цифровая трансформация сельского хозяйства РФ: опыт и перспективы / Т. А. Щербина [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-selskogo-hozyaystva-rf-opyt-i-perspektivy/viewer>

7. Плотников, А. В. Роль цифровой экономики для агропромышленного комплекса / А. В. Плотников // Московский экономический журнал. – № 7 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-tsifrovoy-ekonomiki-dlya-agropromyshlennogo-kompleksa/viewer>

8. Огнивцев, С. Б. Концепция цифровой платформы агропромышленного комплекса / С. Б. Огнивцев // Аграрная реформа и формы хозяйствования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-tsifrovoy-platformy-agropromyshlennogo-kompleksa/viewer>

9. Гусева, А. В. Геоинформационные системы / А. В. Гусева [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/geoinformatsionnye-sistemy/viewer>

10. Шокин, Ю. И. ГИС сегодня: состояние, перспективы, решения / Ю. И. Шокин, В. П. Потапов // Вычислительные технологии. – 2015. – Т. 20,

№ 5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/gis-segodnya-sostoyanie-perspektivy-resheniya/viewer>

11. Лубнин, Д. С. Открытые платформы для публикации пространственных данных в интернет / Д. С. Лубнин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/otkrytye-platformy-dlya-publikatsii-prostranstvennyh-dannyh-v-internet/viewer>

12. Хайбрахманов, Т. Геоинформационные сервисы космического мониторинга сельскохозяйственных земель / Т. Хайбрахманов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/geoinformatsionnye-servisy-kosmicheskogo-monitoringa-selskohozyaystvennyh-zemel/viewer>

13. Плякин, А. В. Инфраструктура пространственных данных для оценки геоэкологического состояния территории региона / А. В. Плякин, В. Н. Бодрова // Вестник Волгоградского гос. университета. Сер.11. Естественные науки. – 2013. – №1 (5). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/infrastruktura-prostranstvennyh-dannyh-dlya-otsenki-geoekologicheskogo-sostoyaniya-territorii-regiona/viewer>

14. Ерунова, М. Г. Геопространственная база данных цифровизации системы земледелия Красноярского края / М. Г. Ерунова, А. А. Шпедт, О. Э. Якубайлик, Ю. Н. Трубников // Земледелие и растениеводство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/geoprostranstvennaya-baza-dannyh-tsifrovizatsii-sistemy-zemledeliya-krasnoyarskogo-kрая/viewer>

15. Антонов, В. Н. Геопортал: информационное обеспечение прикладных дистанционных исследований / В. Н. Антонов, М. Г. Захватов, Ф. В. Пяткин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/geoportal-informatsionnoe-obespechenie-prikladnyh-distantcionnyh-issledovaniy/viewer>

16. Севко, О. А. Картирование и обработка данных постоянных пробных площадей с использованием ГИС-технологий / О. А. Севко, В. В. Коцан // Труды БГТУ. Сер. I. Лесное хозяйство. – Вып. XVIII [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kartirovanie-i-obrabotka-dannyh-postoyannyh-probnyh-ploschadey-s-ispolzovaniem-gis-tehnologiy/viewer>

17. Цифровая почвенная картография: учеб. пособие / отв. ред. И. Ю. Савин, П. А. Докукин. – Москва: РУДН, 2017. – 156 с.

18. Васенев, И. И. Геоинформационные системы в почвоведении и экологии. Интерактивный курс / И. И. Васенев, Ю. Л. Мешалкина, Д. А. Грачев; под ред. И. И. Васенева. – Москва: РГАУ-МСХА, 2010. – 212 с.

19. Кащенко, Н. А. Геоинформационные системы: учебн. пос. для вузов / Н. А. Кащенко, Е. В. Попов, А. В. Чечин; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2012. – 130 с.



20. Мурачева, Л. С. Оптимизация дендрария МАУК «Калининградский зоопарк» / Л. С. Мурачева, О. М. Бедарева, Д. Н. Ганьба, А. Н. Григоренко // Балтийский Морской форум: IX Междунар. Балтийский морской форум (4–9 октября 2021 года): материалы: в 6 т. [Электронный ресурс]. – Калининград: Изд-во БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – Т. 1. «Инновации в науке, образовании и предпринимательстве-2021» // XIX Международная научная конференция. – С. 184–193.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. «Умное» сельское хозяйство: состояние и перспективы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bujet.ru/article/332134.php>
2. Щербина, Т. А. Цифровая трансформация сельского хозяйства РФ: опыт и перспективы / Т. А. Щербина [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-selskogo-hozyaystva-rf-opyt-i-perspektivy/viewer>
3. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kremlin.ru/acts/news/57425>
4. Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 г. №203 "О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 г." [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919>
5. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации 28.07.2017 №1632-р).
6. Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2016 г. № 350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства».
7. Указ Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации».
8. Постановление Правительства Российской Федерации от 25.08.2017 № 996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы».
9. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2011 г. «Стратегия инновационного развития Российской Федерации до 2020 года».
10. Постановление Правительства Российской Федерации «О порядке разработки и реализации комплексных научно-технических программ и проектов полного инновационного цикла в целях реализации приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации» (проект).
11. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 12 января 2017 г. № 3 «Об утверждении Прогноза научно-технологического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2030 г».
12. «Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года» (утверждён Правительством Российской Федерации 10 июля 2018 г.).
13. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 07.07.2017 № 1455 «Стратегия развития сельскохозяйственного машиностроения России на период до 2030 года».

14. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2016 году. – Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 240 с.

15. Фомин, А. А. Обеспечение эффективного и рационального использования земель сельскохозяйственного назначения / А. А. Фомин // Московский экономический журнал. – 2018. – № 1. – С. 2–3.

16. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.12.2004 N 172-ФЗ.4 // Земли сельскохозяйственного назначения, 29.12.2004. – № 12, ст. 77–79 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_33773](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773)

17. Федеральный закон от 24.07.2002 N 101-ФЗ «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения»

18. Постановление Правительства РФ от 28 ноября 2002 N 846 «Об осуществлении государственного мониторинга земель» // Собрание законодательства РФ. 01.01.2018.N 16. Ст. 67.

19. Геоинформационные технологии в сельском хозяйстве, природообустройстве и защите окружающей среды: Всерос. научно-практ. конф. молодых ученых: материалы / под ред. В. В. Афонаина. – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2017. – 153 с.

20. Геоинформационная система «Калининградская область» как интегрирующая среда результатов комплексного изучения прибрежных процессов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pandia.ru/text/78/535/22990.php>

21. 17 Goals to Transform Our World / Sustainable Development Goals [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>

22. Литвинов, Ю. А. Опыт преподавания цифровой картографии и ГИС-технологий на кафедре почвоведения и оценки земельных ресурсов / Ю. А. Литвинов, О. М. Голозубов // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 6 [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://science-education.ru/ru/article/view?id=4988>

23. Плотников, А. В. Роль цифровой экономики для агропромышленного комплекса / А. В. Плотников // Московский экономический журнал. – № 7 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-tsifrovoi-ekonomiki-dlya-agropromyshlennogo-kompleksa/viewer>

24. Огнивцев, С. Б. Концепция цифровой платформы агропромышленного комплекса / С. Б. Огнивцев // Аграрная реформа и формы хозяйствования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-tsifrovoy-platformy-agropromyshlennogo-kompleksa/viewer>

25. Гусева, А. В. Геоинформационные системы / А. В. Гусева [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/geoinformatsionnye-sistemy>

26. Шокин, Ю. И. ГИС сегодня: состояние, перспективы, решения / Ю. И. Шокин, В. П. Потапов // Вычислительные технологии. – 2015. – Т. 20, № 5.

[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/gis-segodnya-sostoyanie-perspektivy-resheniya/viewer>

27. Анищенко, А. Н. «Умное» сельское хозяйство как перспективный вектор роста аграрного сектора экономики России / А. Н. Анищенко // Продовольственная политика и безопасность. – 2019. – № 2, т. 6 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/umnoe-selskoe-hozyaystvo-kak-perspektivnyy-vektor-rosta-agrarnogo-sektora-ekonomiki-rossii/viewer>

28. Середович, В. А. Использование ГИС для ведения мониторинга земель / В. А. Середович [и др.] // «Охрана окружающей среды. Экология человека». – 2006. – № 1. – С. 1–3.

29. Хайбрахманов, Т. Геоинформационные сервисы космического мониторинга сельскохозяйственных земель / Т. Хайбрахманов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/geoinformatsionnye-servisy-kosmicheskogo-monitoringa-selskohozyaystvennyh-zemel/viewer>

30. ArcGIS [Электронный ресурс] / Введение в ArcGIS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://resources.arcgis.com/ru/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>

31. ArcGIS 10.2.2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://arcgis\\_desktop.ru.downloadastro.com/old\\_versions/](https://arcgis_desktop.ru.downloadastro.com/old_versions/)

32. ArcMap 10.3. [Электронный ресурс] / Что такое ArcMap– Режим доступа: <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/main/map/what-is-arcmap-.htm>

33. ArcMap 10.3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lifeinsoft.com/473-arcmap-skachat-arcmap-besplatno.html>

34. Paint.NET [Электронный ресурс] / Растровый графический редактор. – Режим доступа: <http://paintnet.ru/>

35. WinТорр / Программа для конвертирования файлов растровых изображений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://moiprogrammy.com/wintop/>

36. CarryMap [Электронный ресурс] / Приложение CarryMap для WindowsDesktop – Режим доступа: <https://carrymap.com/ru/carrymap-apps/download-windows-app>

37. Структуризация и классификация данных мониторинга почв с использованием геоинформационных технологий в системе управления земельными ресурсами ООО «Нов-Агро»: бакалавр. работа по направлению подготовки 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение / О. В. Седойкина, 2018. – 49 с.

38. ГИС Технологии: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gistech.ru/>

39. Кащенко, Н. А. Геоинформационные системы: учебн. пособие для вузов / Н. А. Кащенко, Е. В. Попов, А. В. Чечин; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2012. – 130 с.

40. Оптимизация дендрария МАУК «Калининградский зоопарк» / Л. С. Мурачева, О. М. Бедарева, Д. Н. Ганьба, А. Н. Григоренко // Балтийский Морской форум: IX Междунар. Балт. морской форум (4–9 октября 2021 года): материалы:

в 6 т. [Электронный ресурс]. – Калининград: Изд-во БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – Т. 1. «Инновации в науке, образовании и предпринимательстве – 2021»: XIX Междунар. научн. конф. – С. 184–193.

41. Применение системы GIS BIS при оптимизации дендрария МАУК «Калининградский зоопарк»: бакалавр. работа по направлению подготовки 35.03.03. «Агрохимия и агропочвоведение» / Д. Н. Ганьба. – Калининград, 2021. – 85 с.

Локальный электронный методический материал

Татьяна Николаевна Троян

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АПК

*Редактор С. Кондрашова*

*Корректор Т. Звада*

Уч.-изд. л. 3,4. Печ. л. 2,9.

Федеральное государственное  
бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»,  
236022, Калининград, Советский проспект, 1