

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Хоружий, Л.И. Хоружий, Л.И.

Должность: Директор института экономики и управления АПК

Дата подписания: 2025.08.28

Уникальный электронный ключ:

1e90b132d9b04fceb7585160b015dddf2cb1e6a9



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт экономики и управления АПК

Кафедра прикладной информатики

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

экономики и управления АПК

Л.И. Хоружий

“ 28 ” 08 2025 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.05 Разработка геоинформационных систем для предприятий АПК

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 09.03.03 Прикладная информатика

Направленность: Системы искусственного интеллекта


Курс 3

Семестр 5, 6

Форма обучения: очная


Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

Разработчик (и): Ермолаева О.С., ст. преподаватель
(ФИО, ученая степень, ученое звание) 
(подпись)

(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

« 28 » августа 2025 г.

Рецензент: Ивашова О.Н., к.с.-х.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание) 
(подпись)

« 28 » августа 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика»

Программа обсуждена на заседании кафедры прикладной информатики
протокол №1 от « 28 » августа 2025 г.

И.о. заведующего кафедрой
прикладной информатики Худякова Е.В., д.э.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание) 
(подпись)

« 28 » августа 2025 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии
института экономики и управления АПК
Гупалова Т.Н., к.э.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание) 
(подпись)

« 28 » августа 2025 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой
прикладной информатики Худякова Е.В., д.э.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание) 
(подпись)

« 28 » августа 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ  Сидорова Н.А.
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	6
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	19
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	20
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	41
8. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИ- СТЕМ	43
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕ- НИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	45
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	50
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	52

Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.05 «Разработка геоинформационных систем для предприятий АПК» для подготовки бакалавра по направлению 09.03.03 Прикладная информатика, направленность «Системы искусственного интеллекта»

Цель освоения дисциплины: формирование у бакалавров знаний теоретических основ геоинформационных систем и дистанционного зондирования Земли, принципов функционирования и применения технологий ГИС и дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), приобретение умений использования, разработки и внедрения геоинформационных продуктов для автоматизации прикладных и информационных процессов в АПК, умений применения современных методов и инструментальных средств геоинформатики для автоматизации и информатизации решения прикладных задач.

Место дисциплины в учебном плане:

Дисциплина включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы): ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2; ПК-15 (PL-1).3; ПК-22 (AC-11).1; ПК-26 (AC-12).1.

Краткое содержание дисциплины: основные задачи изучения дисциплины заключаются в приобретении общего представления о новейших технологиях в области сбора, обработки, анализа, представления геопространственных данных, а также применения ГИС для автоматизации и информатизации решения прикладных задач различных классов, создания информационных систем с использованием инновационных технологий.

Основными темами дисциплины являются: Введение в географические информационные системы. Организация информации в ГИС. Картография и геоинформатика. Визуализация геопространственных данных. Функции и инструменты ГИС. Пространственный анализ данных. Глобальные навигационные системы. Дистанционное зондирование Земли. Дешифрирование аэрокосмических снимков. Источники данных для ГИС. Проектирование и эксплуатация ГИС. Веб-ГИС как разновидность распределенных информационных систем. Методы и технологии интеллектуального анализа геоданных. Технические основы веб-ГИС. Геопространственные веб-службы (веб-сервисы). Мешапы и геопорталы.

Общая трудоемкость дисциплины, в т.ч. практическая подготовка: 5 зачетных единиц (180 часов, в т.ч. 8 часов практической подготовки).

Промежуточный контроль по дисциплине: зачет и защита курсовой работы в пятом семестре, экзамен в шестом семестре.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Разработка геоинформационных систем для предприятий АПК» является формирование у бакалавров знаний теоретических основ геоинформационных систем и дистанционного зондирования Земли, прин-

ципов функционирования и применения технологий ГИС и дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), приобретение умений использования, разработки и внедрения геоинформационных продуктов для автоматизации прикладных и информационных процессов в АПК, умений применения современных методов и инструментальных средств геоинформатики для автоматизации и информатизации решения прикладных задач.

Цель освоения дисциплины достигается выполнением ряда сформулированных задач курса:

- сформировать базовые знания о теоретических основах ГИС и дистанционного зондирования и связи дисциплины с другими науками;
- дать представление о новейших информационных технологиях, связанных с ГИС и дистанционным зондированием;
- ознакомить с теоретическими основами, основными принципами получения, обработки и применения дистанционного зондирования Земли;
- сформировать практические навыки и умения подбора, отображения, обработки данных в программных средствах геоинформационных систем в виде отдельных цифровых тематических слоев, проведения анализа полученных данных;
- сформировать представление о ГИС и дистанционном зондировании, как об информационных технологиях, позволяющих решать различные практические задачи на современном уровне, с целью получения навыков для решения профессиональных задач при работе в проектных и научно-исследовательских организациях.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Разработка геоинформационных систем для предприятий АПК» включена в часть дисциплин, формируемых участниками образовательных отношений учебного плана. Дисциплина «Разработка геоинформационных систем для предприятий АПК» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессиональных стандартов, ОПОП ВО и Учебного плана для подготовки бакалавров по направлению 09.03.03 Прикладная информатика.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Разработка геоинформационных систем для предприятий АПК» являются "Веб-технологии", "Алгоритмизация и программирование", "Базы данных" т.д.

Дисциплина «Разработка геоинформационных систем для предприятий АПК» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: "Разработка распределенных систем", "Разработка программного обеспечения для мобильных устройств", "Управление информационными системами" и т.д.

Особенностью дисциплины является способность ознакомить обучающихся с возможностями проведения пространственного анализа и мониторинга объектов природно-экономических систем с помощью геоинформационных технологий, интенсивное формирование навыков применения и проектирования ГИС на основе выполнения работ на ПК для последующего использования полученных

знаний и навыков в выпускной квалификационной работе, а также в будущей профессиональной деятельности бакалавра.

Рабочая программа дисциплины «Разработка геоинформационных систем для предприятий АПК» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. (180 час.), их распределение по видам работ представлено в таблице 2.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ПК-14 (DL-3)	Способен применять и (или) разрабатывать алгоритмы методы и технологии компьютерного зрения	<p>ПК-14 (DL-3).1</p> <p>Индикатор: Применяет (проводя выбор и эксперименты) известные алгоритмы и библиотеки компьютерного зрения, предобученные глубокие нейросетевые модели для прикладных задач анализа изображений и видеопотока, при необходимости дообучая и валидируя на собственных наборах данных</p> <p>Уровень: продвинутый</p> <p>Уровень освоения индикатора: Сравнивает разные предобученные модели под конкретную задачу. Проводит transfer learning на своих данных. Оптимизирует гиперпараметры для улучшения качества. Создает сложные пайплайны аугментации (augmentations). Умеет работать с видео: извлечение кадров, обработка временных последовательностей путём применения CNN+RNN, 3D CNN.</p>	<p>– основные концепции компьютерного зрения</p> <p>– популярные библиотеки для компьютерного зрения (OpenCV, TensorFlow, Keras, PyTorch).</p> <p>– принципы работы предобученных моделей (например, ResNet, YOLO).</p>	<p>– применяет (проводя выбор и эксперименты) известные алгоритмы и библиотеки компьютерного зрения, для прикладных задач анализа изображений, полученных посредством ДЗЗ, при необходимости дообучая и валидируя на собственных наборах данных</p>	<p>– владеет навыками разработки собственных решений на основе компьютерного зрения для анализа изображений</p> <p>– владеет навыкам проведения сравнительного анализа различных моделей и алгоритмов, выбирая оптимальные для конкретных задач.</p>
			<p>ПК-14 (DL-3).2</p> <p>Индикатор: Имплементирует известные алгоритмы, архитектуры и модели компьютерного зрения на реальных данных, строит пайплайны обучения моделей и развертывания сервисов компьютерного зрения в продуктивной среде</p> <p>Уровень: продвинутый</p> <p>Уровень освоения индикатора: Кастомизирует архитектуры под задачу (изменение слоев, замена backbone'a).</p> <p>Применяет методы ускорения инференса (квантизация, pruning, TensorRT). Строит сложные стратегии аугментации (augmentations, кастомные трансформеры). Настраивает распределённое обучение (DDP, Horovod). Создает CI/CD-пайплайны для CV-моделей.</p>	<p>– архитектуры нейронных сетей, используемые в компьютерном зрении (CNN, RNN).</p> <p>– принципы построения пайплайнов для обработки данных и обучения моделей</p>	<p>– реализовывать алгоритмы компьютерного зрения на реальных данных</p> <p>– строить пайплайны для автоматизации процесса обучения и развертывания моделей</p>	<p>– навыками проектирования и разработки системы компьютерного зрения</p> <p>– навыками оптимизации производительности моделей</p>

2.	ПК-15 (PL-1)	Способен применять язык программирования Python для решения задач в области ИИ	ПК-15 (PL-1).3 Индикатор: Разрабатывает и поддерживает системы обработки больших данных различной степени сложности Уровень: экспертный Уровень освоения индикатора: Использует особенности виртуальной машины Python (например, GIL), разрабатывает библиотечный код общего пользования, а также документацию к нему. Профилирует и оптимизирует приложения на Python, используя встроенные инструменты (например, cPython).	– основные концепции больших данных – Python, как язык программирования для работы с данными	– использовать инструменты для обработки и анализа больших данных – разрабатывать ETL-процессы для загрузки и обработки данных из различных источников	– навыками проектирования архитектуры систем обработки больших данных с учетом специфики агропромышленного сектора. – оптимизировать производительность систем обработки данных и обеспечивать их масштабируемость
3.	ПК-22 (АС-11)	Способен применять методы и технологии организации и управления данными и знаниями в агропромышленном комплексе	ПК-22 (АС-11).1 Индикатор: Создает систему предиктивной аналитики данных с датчиков и устройств IoT агропромышленного сектора Уровень: Продвинутый Уровень освоения индикатора: Разрабатывает технологии первичной обработки и анализа данных агросектора, включая инфраструктуры цифровых двойников, анализирует полевые данные: спектральные индексы NDVI, данные почвенных проб, метеоданные, правила и методы их сбора и интерпретации	– основы работы с IoT-устройствами и датчиками (– методы предиктивной аналитики (регрессия, временные ряды).	– собирать данные с IoT-устройств и обрабатывать их с помощью Python – разрабатывать модели предсказания на основе собранных данных	– владеть навыками создания комплексных системы предиктивной аналитики, интегрируя данные из различных источников
4.	ПК-26 (АС-12)	Разрабатывает и внедряет ИИ-сервисы персонализации и клиентского опыта	ПК-26 (АС-12).1 Индикатор: Применяет специализированное программное обеспечение и цифровые платформы Уровень: Продвинутый Уровень освоения индикатора: Внедряет принципы компьютерного зрения для анализа спутниковых/дронных снимков, изображений растений/животных (диагностика болезней, оценка состояния, подсчет объектов), совершенствует работу с геоданными (ГИС): Анализ пространственных данных, картографирование, интеграция с системами точного земледелия. Основы работы с ФГИС (ФГИС Семеноводство и др.) и с облачными платформами (AWS, Azure, GCP) для развертывания моделей и хранения данных..	– специализированные платформы для пространственного анализа данных в агропромышленном комплексе (например, QGIS). – программное обеспечение для управления проектами и данными	– работать с ГИС-платформами для визуализации пространственных данных – использовать инструменты для анализа и обработки данных на специализированных платформах	– навыками проектирования и реализации решений на основе специализированных платформ для агропромышленного комплекса. – навыками обучения коллег использованию ПО и платформ для повышения эффективности работы

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	час. /*	В т.ч. по семестрам	
		№ 5	№ 6
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	180/8	72/4	108/4
1. Контактная работа:	68,65/8	34,25/4	34,4/4
Аудиторная работа	68,65/8	34,25/4	34,4/4
<i>в том числе:</i>			
лекции (Л)	32	16	16
практические занятия (ПЗ)	32/8	16/4	16/4
курсовая работа (КР) (консультация, защита)	2	2	
консультации перед экзаменом	2		2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,65	0,25	0,4
2. Самостоятельная работа (СРС)	84,35	37,75	46,6
курсовая работа (КР) (подготовка)	25	25	-
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям и т.д.)	50,35	3,75	46,6
Подготовка к зачёту (контроль)	9	9	-
Подготовка к экзамену (контроль)	27	-	27
Вид промежуточного контроля:	Зачёт, защита КР, экзамен		

* в том числе практическая подготовка

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ПКР всего/*	
Тема 1. Введение в географические информационные системы	7,75	2	2		3,75
Тема 2. Организация информации в ГИС	11	3	2		6
Тема 3. Картография и геоинформатика	11	3	2		6
Тема 4. Визуализация геопространственных данных	10	2	2		6
Тема 5. Функции и инструменты ГИС	10	2	2/2		6
Тема 6. Пространственный анализ данных	11	2	4/2		5
Тема 7. Глобальные навигационные системы	9	2	2		5
Курсовая работа (КР) (консультация, защита)	2			2	
Контактная работа на промежуточном контроле	0,25			0,25	

Наименование тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ПКР всего/*	
Всего за 5 семестр	72	16	16/4	2,25	37,75
Тема 8. Дистанционное зондирование Земли	12	2	2		8
Тема 9. Дешифрирование аэрокосмических снимков	10	2	2		6
Тема 10. Источники данных для ГИС	9	2	2		5
Тема 11. Проектирование и эксплуатация ГИС	10	2	2		6
Тема 12. Веб-ГИС как разновидность распределенных информационных систем	10	2	2		6
Тема 13. Методы и технологии интеллектуального анализа геоданных	9,6	2	2/2		5,6
Тема 14. Технические основы веб-ГИС	8	2	2		4
Тема 15. Геопространственные веб-службы (веб-сервисы)	10	2	2/2		6
Контактная работа на промежуточном контроле	0,4			0,4	
Консультации перед экзаменом	2			2	
Подготовка к экзамену	27				27
Всего за 6 семестр	108	16	16/4	2,4	73,6
Итого по дисциплине	180/8	32	32/8	4,65	111,35

* в том числе практическая подготовка

Тема 1. Введение в географические информационные системы

Определение геоинформационных систем (ГИС). Основопологающие термины. Роль ГИС в структуре современного общества. Эволюция ГИС. Классификация ГИС. Классификация программного обеспечения ГИС. Сферы применения ГИС. Базовые компоненты ГИС. Аппаратные средства. Программное обеспечение ГИС. Данные для ГИС. Виды данных, источники данных. Интеграция данных в ГИС Возможности ГИС. Функциональные группы.

Тема 2. Организация информации в ГИС

Структуры и модели данных ГИС. Отображение объектов реального мира в ГИС Структуры данных. Векторная, растровая и триангуляционная модели данных. Сравнение моделей данных. Методы представления количественной и качественной описательной (атрибутивной) информации. Форматы данных. Базы геоданных (геопространственных данных) и управление ими.

Тема 3. Картография и геоинформатика

Взаимодействие картографии и геоинформатики. Основные свойства и определения географических карт. Карты как пространственные модели местности. Математическая основа карт. Понятие о картографических проекциях. Классификация проекций по характеру искажений. Искажения углов, направлений и площадей. Равнопромежуточные проекции. Классификация проекций по виду

меридианов и параллелей нормальной сетки. Масштаб. Соотношения масштабов карт, аэро и космических снимков. Картографическая генерализация. Сущность и факторы генерализации. Виды генерализации. Картографические знаки, их применение и дифференциация. Компоновка. Система приемов анализа карт.

Тема 4. Визуализация геопространственных данных

Методы и средства визуализации геопространственных данных. Электронные карты и атласы. Картографические способы отображения результатов анализа данных. Трехмерная визуализация.

Тема 5. Функции и инструменты ГИС

Основные функции ГИС, связанные с анализом пространственно-атрибутивной информации. Запрос по атрибутам и их отображение. Поиск цифровых карт и их визуализация. Классифицирование непространственных данных. Картографические измерения (расстояние, направление, площадь). Статистические функции. Геопространственные веб-службы (веб-сервисы). Технологии веб-служб (веб-сервисов). Веб-интеграция. Стандартные функции Business Analyst Online. Продвинутое функции Business Analyst Online. Сервисы, использующие местоположение клиента - location-based services, LBS.

Тема 6. Пространственный анализ данных

Пространственный анализ данных. Буферизация. Сетевой анализ. Анализ ближайшего соседа (анализ близости). Операции наложения (overlay). Зонирование. Переклассификация. Анализ видимости-невидимости. Картометрические функции. Интерполяция. Создание контуров. Декомпозиция и объединение объектов. Применение ГИС для решения пространственных задач.

Тема 7. Глобальные навигационные системы

Глобальные спутниковые навигационные системы: элементы и принципы функционирования. Основные сведения о глобальных навигационных системах и сферах их применения. Элементы и принципы функционирования ГНСС. Структура радиосигнала и факторы его искажающие. Шкалы времени, системы координат, способы позиционирования ГНСС. Космический сегмент GPS. Наземный комплекс управления GPS. Космический комплекс системы ГЛОНАСС. Наземный комплекс управления ГЛОНАСС. Интерфейс между подсистемой космических аппаратов и навигационной аппаратурой потребителей.

Тема 8. Дистанционное зондирование Земли

Понятие дистанционного зондирования. Схема дистанционного зондирования. Краткая история ДЗЗ. ДЗЗ как инновационный метод оперативного получения информации о земной поверхности. Области применения данных дистанционного зондирования. Электромагнитное излучение в ДЗЗ. Диапазоны электромагнитного излучения. Оптические методы. Радиолокационные системы. Виды и типы спутников и размещаемой на них съемочной аппаратуры. Орбиты спутников. Космические аппараты для ДЗЗ разного пространственного и временного разрешения. Прием информации со спутников. Спутники дистанционного

зондирования. Преимущества и недостатки данных дистанционного зондирования Земли.

Тема 9. Дешифрирование аэрокосмических снимков

Дешифрирование аэрокосмических снимков. Подходы к распознаванию объектов. Прямые и косвенные признаки дешифрирования. Индикационное дешифрирование. Технология и методы дешифрирования. Полевое дешифрирование. Камеральное дешифрирование. Визуальное дешифрирование. Восприятие. Методика. Приборы. Дешифрирование цифровых снимков. Подходы к распознаванию объектов. Понятие цифрового снимка. Яркостные преобразования цифрового снимка. Преобразования черно-белых снимков. Преобразование многоканальных снимков. Понятие классификации снимка и ее применение в дистанционном зондировании. Матрица ошибок для оценки точности классификации. Методы дешифрирования разновременных снимков. Основные методические приемы. Сложение разновременных снимков. Стереоскопические наблюдения разновременных снимков перемещающихся объектов. Надежность результатов дешифрирования.

Тема 10. Источники данных для ГИС

Картографические источники. Аэрокосмические источники. Статистические источники. Служебные. Проблема использования материалов из различных источников. Связь информации ДЗЗ с реальным миром. Каталоги снимков. Приобретение данных дистанционного зондирования земли. Системы GPS и ГЛОНАСС. Подбор данных для различных типов научных и прикладных задач. Источники геоданных в векторном формате. OSM. Источники геоданных в растровом формате. Архивы свободно распространяемых данных. Формирование метаданных.

Тема 11. Проектирование и эксплуатация ГИС

Этапы и правила проектирования ГИС-проекта. Жизненный цикл ГИС. Общие принципы проектирования ГИС. Разработка бизнес-плана ГИС. Предпроектное обследование. Разработка требований к ГИС. Составление, согласование и утверждение технического задания на ГИС. Техническое проектирование ГИС. Разработка рабочей документации ГИС. Разработка ГИС. Испытания системы и ввод в постоянную эксплуатацию. Эксплуатация ГИС.

Тема 12. Веб-ГИС как разновидность распределенных информационных систем

Веб-ГИС как разновидность распределенных информационных систем. Распределенные геоинформационные системы. Основные термины распределенных геоинформационных систем. Классификация распределенных ГИС. Архитектура веб-ГИС. Облачные технологии в ГИС. Основные облачные сервисы в ГИС. Кроссплатформенные возможности. Веб-ГИС для конечных пользователей. Применение веб-ГИС. Веб-ГИС как новая бизнес-модель и новый тип массового товара. Веб-ГИС как инструмент электронного правительства.

Тема 13. Методы и технологии интеллектуального анализа геоданных

Классификация данных в методах машинного обучения. Цель и задачи классификации данных в методах машинного обучения. Примеры классификации данных в методах машинного обучения. Классификация данных без учителя. Типы исходных данных. Методы классификации данных без учителя. Метод ближайшего соседа. Примеры применения классификации пространственных данных без учителя в географии. Классификация с учителем. Типы исходных данных. Методы классификации данных с учителем. Метод случайного леса. Этапы создания предиктивной модели пространственных данных. Классификация и регрессия на основе метода случайного леса. Алгоритм метода случайного леса. Категории объектов. Предиктивная модель. Представление деревьев решений в методе случайного леса. Обучающие переменные модели. Переменная для предсказания. Обучающий набор. Переобучение в методах машинного обучения. Принципы и характеристики предиктивной модели в машинном обучении. Тестирование и валидация моделей в методах машинного обучения. Значимость переменных предиктивных моделей машинного обучения

Тема 14. Технические основы веб-ГИС

Основы всемирной паутины. Гипертекстовый протокол передачи. Uniform Resource Locator, стандартный указатель ресурса. Базовый синтаксис URL. Hypertext Markup Language - язык разметки гипертекста. Технологии на стороне сервера. Архитектура и компоненты Веб-ГИС. Форматы обмена данными. Сервер веб-приложений. Программы на стороне веб-сервера. Веб-браузер на стороне клиента. Технологии программирования JavaScript на стороне веб-браузера. GIS Server. Клиенты веб-ГИС. Инструменты приложений веб-ГИС. Геопространственные веб-службы (веб-сервисы). Технологии веб-служб (веб-сервисов). Ранние технологии веб-ГИС - "независимые решения". Веб-интеграция. Веб-службы и веб-страницы. Веб-службы - ядро веб-ГИС. Продукты веб-ГИС. Примеры веб-сервисов. Типы веб-служб. Веб-службы на основе SOAP. Веб-службы в стиле REST. Веб-сервисы в GIS Server. Взаимосовместимость разных поставщиков на основе Веб-сервисов. Этапы развития взаимосовместимости ГИС. WMS (Web Map Service, картографическая веб-служба). WFS (Web Feature Service, веб-служба пространственных объектов). WCS (Web Coverage Service, веб-служба покрытий). Родственные стандарты веб-сервисов. Способы оптимизации веб-служб. Методы защиты веб-служб.

Тема 15. Геопространственные веб-службы (веб-сервисы)

Мешапы и геопорталы Причины появления мешапов. Определение мешапа. Три базовых элемента мешапа. Примеры мешапов, содержимое и функции. Архитектура мешапов на сервере. Классификация мешапов. Архитектура мешапов на стороне браузера. Общая структура геомешапов. Браузерные API. Интерфейсы на стороне браузера. Графика, карты, задачи интерфейса на стороне браузера. Веб-ресурсы без формального API. Скрейпинг. Веб-скрейпинг. Программирование API. Шаги построения мешапа. Пример мешапа для реагирования на чрезвычайные ситуации. Установки при проектировании мешапов. Концепция

веб-порталов. ИПД. Архитектура геопорталов. Функции геопорталов. Метаданные. Стандарты геопространственных метаданных. Стандарты геопространственных метаданных - Дублинское ядро. Стандарты геопространственных метаданных – CSDGM. Стандарты геопространственных метаданных – ISO. Распределенные и централизованные каталоги. Классификация геопорталов. Проектирование геопорталов. Исследования поддержки семантического поиска.

4.3 Лекции/практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
1	Проведение пространственного анализа данных	Лекция № 1 Введение в географические информационные системы	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2;	-	2
		Практическое занятие № 1. Введение в специализированное программное обеспечение геоинформационных систем (QGIS)	ПК-15 (PL-1).3; ПК-22 (AC-11).1; ПК-26 (AC-12).1	Устный опрос, защита работы	2
2	Тема 2. Организация информации в ГИС	Лекция № 2 Организация информации в ГИС	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2;	-	3
		Практическое занятие № 2. Картографические способы отображения результатов анализа данных.	ПК-15 (PL-1).3; ПК-22 (AC-11).1; ПК-26 (AC-12).1	Устный опрос, защита работы	2
3	Тема 3. Картография и геоинформатика	Лекция № 3 Картография и геоинформатика	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2;	-	3
		Практическое занятие № 3. Картографические проекции	ПК-15 (PL-1).3; ПК-22 (AC-11).1; ПК-26 (AC-12).1	Устный опрос, защита работы	2
4	Тема 4. Визуализация геопространственных данных	Лекция № 4 Визуализация геопространственных данных	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2;	-	2
		Практическое занятие № 4 Операции с растровыми данными	ПК-15 (PL-1).3; ПК-22	Устный опрос, защита работы	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
			(АС-11).1; ПК-26 (АС-12).1		
5	Тема 5. Функции и инструменты ГИС	Лекция № 5 Функции и инструменты ГИС	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2;	-	2
		Практическое занятие № 5. Операции с векторными данными	ПК-15 (PL-1).3; ПК-22 (АС-11).1; ПК-26 (АС-12).1	Устный опрос, защита работы	1/1
		Практическое занятие № 6. Операции с атрибутивными данными		Устный опрос, защита работы	1/1
6	Тема 6. Пространственный анализ данных	Лекция № 6 Пространственный анализ данных	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2;	-	2
		Практическое занятие № 7. Проведение пространственного анализа данных Кейсбук от АО «Россельхозбанк» «Система поддержки принятия решений для агрономов» Кейс-задача № 1 Пространственный анализ данных. Интерполяция	ПК-15 (PL-1).3; ПК-22 (АС-11).1; ПК-26 (АС-12).1	Устный опрос, защита работы	4/2
7	Тема 7. Глобальные навигационные системы	Лекция № 7 Глобальные навигационные системы	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2;	2	2
		Практическое занятие № 8. Планирование оптимальных маршрутов	ПК-15 (PL-1).3; ПК-22 (АС-11).1; ПК-26 (АС-12).1	Устный опрос, защита работы	2
8	Тема 8. Дистанционное зондирование Земли	Лекция № 8 Дистанционное зондирование Земли	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2;	-	2
		Практическое занятие № 9. Цифровые методы обработки данных дистанционного зондирования земли в QGIS. Расчет вегетационного индекса NDVI	ПК-15 (PL-1).3; ПК-22 (АС-11).1; ПК-26 (АС-12).1	Устный опрос, защита работы	2
9	Тема 9. Дешифрирование аэрокосмических снимков	Лекция № 9 Дешифрирование аэрокосмических снимков	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2;	-	2
		Практическое занятие № 10. Выявление техногенной нагрузки на основе космических снимков Landsat	ПК-15 (PL-1).3; ПК-22 (АС-11).1;	Устный опрос, защита работы	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
			ПК-26 (АС-12).1		
10	Тема 10. Источники данных для ГИС	Лекция № 10 Источники данных для ГИС	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2;	-	2
		Практическое занятие № 11. Разработка ГИС проекта мониторинга	ПК-15 (PL-1).3; ПК-22 (АС-11).1; ПК-26 (АС-12).1	Устный опрос, защита работы	2
11	Тема 11. Проектирование и эксплуатация ГИС	Лекция № 11 Проектирование и эксплуатация ГИС	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2;	-	2
		Практическое занятие № 12. Разработка базы данных для системы мониторинга. Операции с векторными и атрибутивными данными	ПК-15 (PL-1).3; ПК-22 (АС-11).1; ПК-26 (АС-12).1	Устный опрос, защита работы	2
12	Тема 12. Веб-ГИС как разновидность распределенных информационных систем	Лекция № 12 Веб-ГИС как разновидность распределенных информационных систем	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2;	-	2
		Практическое занятие № 13. Построение веб-приложений	ПК-15 (PL-1).3; ПК-22 (АС-11).1; ПК-26 (АС-12).1	Устный опрос, защита работы	2
13	Тема 13. Методы и технологии интеллектуального анализа геоданных	Лекция № 13 Методы и технологии интеллектуального анализа геоданных	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2;	-	2
		Практическая работа №14. Кейсбук от АО «Россельхозбанк» «Система поддержки принятия решений для агрономов» Кейс-задача № 2 Классификация изображения Sentinel-2 с использованием алгоритма Forest-Based Classification модуля Semi-Automatic Classification Plugin (SCP) программного обеспечения QGIS.	ПК-15 (PL-1).3; ПК-22 (АС-11).1; ПК-26 (АС-12).1	Устный опрос, защита работы	2/2
13	Тема 14. Технические основы веб-ГИС	Лекция № 13 Технические основы веб-ГИС	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2;	-	2
		Практическая работа №15. Кейсбук от АО «Россельхозбанк»	ПК-15 (PL-1).3; ПК-22	Устный опрос, защита работы	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
		«Система поддержки принятия решений для агрономов» Кейс-задача № 3 Разработка веб-сервиса для мониторинга сельскохозяйственных полей	(АС-11).1; ПК-26 (АС-12).1		
15	Тема 15. Геопространственные веб-службы (веб-сервисы)	Лекция № 14 Геопространственные веб-службы (веб-сервисы)	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2;	-	2
		Практическая работа №16. Кейсбук от АО «Россельхозбанк» «Система поддержки принятия решений для агрономов» Кейс-задача № 4 Веб-сервис мониторинга сельскохозяйственных полей	ПК-15 (PL-1).3; ПК-22 (АС-11).1; ПК-26 (АС-12).1	Устный опрос, защита работы	2/2

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Формируемые компетенции (индикаторы)
1	Тема 1. Введение в географические информационные системы	Виды данных, источники данных. Интеграция данных в ГИС Возможности ГИС. Функциональные группы	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2; ПК-15 (PL-1).3; ПК-22 (АС-11).1; ПК-26 (АС-12).1
2	Тема 2. Организация информации в ГИС	Форматы данных. Базы геоданных (геопространственных данных) и управление ими.	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2; ПК-15 (PL-1).3; ПК-22 (АС-11).1; ПК-26 (АС-12).1
3	Тема 3. Картография и геоинформатика	Сущность и факторы генерализации. Виды генерализации. Картографические знаки, их применение и дифференциация. Компонировка. Система приемов анализа карт	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2; ПК-15 (PL-1).3; ПК-22 (АС-11).1; ПК-26 (АС-12).1
4	Тема 4. Визуализация геопространственных данных	Трехмерная визуализация геопространственных данных.	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2; ПК-15 (PL-1).3; ПК-22 (АС-11).1; ПК-26 (АС-12).1
5	Тема 5. Функции и инструменты ГИС	Стандартные функции Business Analyst Online, BAO. Продвинутое функции Business Analyst Online, BAO от ESRI. Сервисы, использующие местоположение клиента - location-based services, LBS	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2; ПК-15 (PL-1).3; ПК-22 (АС-11).1; ПК-26 (АС-12).1

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Формируемые компетенции (индикаторы)
6	Тема 6. Пространственный анализ данных	Интерполяция. Создание контуров. Декомпозиция и объединение объектов. Применение ГИС для решения пространственных задач	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2; ПК-15 (PL-1).3; ПК-22 (AC-11).1; ПК-26 (AC-12).1
7	Тема 7. Глобальные навигационные системы	Интерфейс между подсистемой космических аппаратов и навигационной аппаратурой потребителей	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2; ПК-15 (PL-1).3; ПК-22 (AC-11).1; ПК-26 (AC-12).1
8	Тема 8. Дистанционное зондирование Земли	Преимущества и недостатки данных дистанционного зондирования Земли	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2; ПК-15 (PL-1).3; ПК-22 (AC-11).1; ПК-26 (AC-12).1
9	Тема 9. Дешифрирование аэрокосмических снимков	Сложение разновременных снимков. Стереоскопические наблюдения разновременных снимков перемещающихся объектов. Надежность результатов дешифрирования	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2; ПК-15 (PL-1).3; ПК-22 (AC-11).1; ПК-26 (AC-12).1
10	Тема 10. Источники данных для ГИС	Источники геоданных в растровом формате. Архивы свободно распространяемых данных. Формирование метаданных	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2; ПК-15 (PL-1).3; ПК-22 (AC-11).1; ПК-26 (AC-12).1
11	Тема 11. Проектирование и эксплуатация ГИС	Испытания системы и ввод в постоянную эксплуатацию. Эксплуатация ГИС	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2; ПК-15 (PL-1).3; ПК-22 (AC-11).1; ПК-26 (AC-12).1
12	Тема 12. Веб-ГИС как разновидность распределенных информационных систем	Веб-ГИС как инструмент электронного правительства	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2; ПК-15 (PL-1).3; ПК-22 (AC-11).1; ПК-26 (AC-12).1
13	Тема 13. Методы и технологии интеллектуального анализа геоданных	Анализ изображений с помощью компьютерного зрения. Оптимизация производительности систем обработки данных.	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2; ПК-15 (PL-1).3; ПК-22 (AC-11).1; ПК-26 (AC-12).1
14	Тема 14. Геопространствен ные веб-службы (веб- сервисы)	Клиенты веб-ГИС. Инструменты приложений веб-ГИС. Родственные стандарты веб-сервисов. Способы оптимизации веб-служб. Методы защиты веб-служб	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2; ПК-15 (PL-1).3; ПК-22 (AC-11).1; ПК-26 (AC-12).1
15	Тема 15. Технические основы веб-ГИС	Стандарты геопространственных метаданных – CSDGM. Стандарты геопространственных метаданных – ISO. Распределенные и централизованные каталоги. Классификация геопорталов. Проектирование геопорталов. Исследования поддержки семантического поиска	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2; ПК-15 (PL-1).3; ПК-22 (AC-11).1; ПК-26 (AC-12).1

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1	Тема 1. Введение в географические информационные системы	Л Мультимедиа-лекция, лекция-визуализация
		ПЗ Групповое обсуждение
2	Тема 2. Организация информации в ГИС	Л Мультимедиа-лекция, лекция-визуализация
		ПЗ Групповое обсуждение
3	Тема 3. Картография и геоинформатика	Л Мультимедиа-лекция, лекция-визуализация
		ПЗ Работа в малых группах
4	Тема 4. Визуализация геопространственных данных	Л Мультимедиа-лекция, лекция-визуализация
5	Тема 5. Функции и инструменты ГИС	Л Мультимедиа-лекция, лекция-визуализация
6	Тема 6. Пространственный анализ данных	Л Мультимедиа-лекция, лекция-визуализация
	Кейсбук от АО «Россельхозбанк» «Система поддержки принятия решений для агрономов» Кейс-задача № 1 Пространственный анализ данных. Интерполяция	ПЗ Кейс-семинар
7	Тема 7. Глобальные навигационные системы	Л Мультимедиа-лекция, лекция-визуализация
8	Тема 8. Дистанционное зондирование Земли	Л Мультимедиа-лекция, лекция-визуализация
9	Тема 9. Дешифрирование аэрокосмических снимков	Л Мультимедиа-лекция, лекция-визуализация
10	Тема 10. Источники данных для ГИС	Л Мультимедиа-лекция, лекция-визуализация
11	Тема 11. Проектирование и эксплуатация ГИС	Л Мультимедиа-лекция, лекция-визуализация

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
12	Тема 12. Веб-ГИС как разновидность распределенных информационных систем	Л Мультимедиа-лекция, лекция-визуализация
13	Тема 13. Методы и технологии интеллектуального анализа геоданных	Л Мультимедиа-лекция, лекция-визуализация
	Кейсбук от АО «Россельхозбанк» «Система поддержки принятия решений для агрономов» Кейс-задача № 2 Классификация изображения Sentinel-2 с использованием алгоритма Forest-Based Classification модуля Semi-Automatic Classification Plugin (SCP) программного обеспечения QGIS.	ПЗ Кейс-семинар
14	Тема 14. Геопространственные веб-службы (веб-сервисы)	Л Мультимедиа-лекция, лекция-визуализация
	Кейсбук от АО «Россельхозбанк» «Система поддержки принятия решений для агрономов» Кейс-задача № 3 Разработка веб-сервиса для мониторинга сельскохозяйственных полей	ПЗ Кейс-семинар
15	Тема 15. Технические основы веб-ГИС	Л Мультимедиа-лекция, лекция-визуализация
	Кейсбук от АО «Россельхозбанк» «Система поддержки принятия решений для агрономов» Кейс-задача № 4 Веб-сервис мониторинга сельскохозяйственных полей	ПЗ Кейс-семинар
16	Темы 1-15	Хакатон по ГИС разработке Проектное обучение

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Вопросы текущего контроля

Тема 1. Введение в географические информационные системы

1. Дать определение геоинформатики.
2. Дать определение геоинформационных технологий.
3. Каковы характерные черты и приоритеты научного направления геоинформатики?

4. Каковы основные задачи, решаемые геоинформатикой?
5. Охарактеризуйте связи геоинформатики с другими дисциплинами и областями науки.

Тема 2. Организация информации в ГИС

1. Назовите основные элементы ГИС.
2. Назовите основные функции ГИС.
3. Что такое автоматизированная картографическая система (АКС)?
4. Охарактеризуйте подсистему ввода информации в АКС.
5. Охарактеризуйте подсистему обработки информации в АКС.

Тема 3. Картография и геоинформатика

1. Дайте определение картографии как науки.
2. Чем занимается картография
3. Структура картографии
4. Геодезическая основа карт
5. Математическая основа карт

Тема 4. Визуализация геопространственных данных

1. Что такое трёхмерная визуализация?
2. Каковы принципы построения трёхмерных моделей?
3. Перечислить основные типы 3D-моделей.
4. Какова методика формирования текстур 3D-объектов.
5. Охарактеризуйте механизм построения трёхмерных моделей.

Тема 5. Функции и инструменты ГИС

1. Как может осуществляться импорт данных в ГИС?
2. Что такое выборка?
3. Каковы основные принципы построения выражений в среде ГИС?
4. Какова роль операторов в составлении выражений?
5. Перечислить математические операторы и операторы сравнения.
6. Охарактеризовать объектные и географические операторы.
7. Какова роль функции в составлении выражений?
8. Какие математические функции применяются для составления выражений в среде ГИС?
9. Какие строковые функции применяются для составления выражений?
10. Какие функции даты и времени применяются для составления выражений?
11. Какие объектные и географические функции применяются для составления выражений?
12. Каковы общие правила составления выражений?
13. Что такое запрос?
14. Что такое пространственный запрос?
15. Что представляет собой язык SQL?
16. Какова общая процедура организации запросов в среде ГИС?
17. Что такое конструктор запросов?
18. Как можно группировать данные?

19. Охарактеризуйте механизмы сортировки данных?
20. Охарактеризуйте механизмы объединения данных?
21. Что такое географическое объединение на основе пространственных отношений?
22. Охарактеризуйте механизмы фильтрации данных?
23. Что такое подзапрос?
24. Охарактеризовать функции обобщения в среде ГИС.
25. Как организована система поиска в среде ГИС?
26. Какие параметры можно использовать для организации поиска?
27. Что такое классификация данных?
28. Каковы основные принципы классификации?
29. Назовите основные методы классификации.

Тема 6. Пространственный анализ данных

1. Как выполняется анализ соседства в среде ГИС?
2. Как выполняется переклассификация поверхностей?
3. Охарактеризовать основные виды переклассификации поверхностей.
4. Что такое анализ зон видимости/невидимости?
5. Что представляет собой пространственное наложение?

Тема 7. Глобальные навигационные системы

1. Виды навигационных спутниковых систем. GPS.
2. Модернизация GPS.
3. Услуги GPS.
4. Космический сегмент GPS.
5. Система координат, используемая GPS.

Тема 8. Дистанционное зондирование Земли

1. Дайте определение понятию «Дистанционное зондирование».
2. Каковы основные преимущества ДЗ по сравнению с традиционными методами наблюдения за землей?
3. Опишите схему /принцип работы дистанционного зондирования.
4. Какие основные диапазоны электромагнитного спектра вы знаете?
5. Спектральные диапазоны, используемые в дистанционном зондировании

Тема 9. Дешифрирование аэрокосмических снимков

1. Что такое дешифрирование и фотограмметрические измерения?
2. Как производится компьютерное дешифрирование снимков?
3. Опишите этапы дешифрирования снимков.
4. С какой целью производится дешифрирование снимков?
5. Что такое дешифровочные признаки? Какие виды признаков вы знаете?

Тема 10. Источники данных для ГИС

1. Картографические источники.
2. Аэрокосмические источники.

3. Статистические источники.
4. Проблемы использования материалов из различных источников.
5. Связь информации ДЗЗ с реальным миром.

Тема 11. Проектирование и эксплуатация ГИС

1. Этапы и правила проектирования ГИС-проекта.
2. Определение набора данных для решения поставленной задачи.
3. Проблема выбора ПО для решения поставленной задачи.
4. Формирование базы данных для решения поставленной задачи.
5. Жизненный цикл ГИС .

Тема 12. Веб-ГИС как разновидность распределенных информационных систем

1. Веб-ГИС как разновидность распределенных информационных систем.
2. Распределенные геоинформационные системы.
3. Основные термины распределенных геоинформационных систем.
4. Классификация распределенных ГИС.
5. Архитектура веб-ГИС.
6. Какие технологии и протоколы (например, REST, SOAP, AJAX) наиболее часто используются для разработки Веб-ГИС?
7. Как осуществляется обработка и хранение больших объемов геопространственных данных в Веб-ГИС?
8. Какие проблемы безопасности могут возникнуть при использовании Веб-ГИС и как их можно решить?
9. Каковы примеры успешного применения Веб-ГИС в различных отраслях, таких как транспорт, экология, сельское хозяйство или городское планирование?

Тема 13. Методы и технологии интеллектуального анализа геоданных

1. Какие основные этапы включает в себя процесс интеллектуального анализа геоданных?
2. Каковы основные методы обработки и анализа геоданных, используемые в современных GIS-технологиях?
3. В чем заключается отличие между традиционным анализом данных и интеллектуальным анализом геоданных?
4. Какие алгоритмы машинного обучения наиболее часто применяются для анализа геоданных?
5. Как технологии дистанционного зондирования Земли могут быть интегрированы в процессы интеллектуального анализа геоданных?
6. Какие примеры практического применения интеллектуального анализа геоданных можно привести в области экологии и природопользования?
7. Каковы преимущества использования пространственных баз данных при анализе геоданных?

Тема 14. Геопространственные веб-службы (веб-сервисы)

1. Геопространственные веб-службы (веб-сервисы).

2. Технологии веб-служб (веб-сервисов).
3. Ранние технологии веб-ГИС - "независимые решения".
4. Веб-интеграция. Веб-службы и веб-страницы.
5. Веб-службы - ядро веб-ГИС.
6. Как технологически взаимодействуют ГИС и Интернет?
7. Что такое Интернет-картографирование?
8. Что такое картографические веб-сервисы?
9. Как осуществляется доступ к данным веб-GIS-серверов?

Тема 15. Технические основы веб-ГИС

1. Какие основные стандарты и протоколы используются для реализации геопространственных веб-служб (например, WMS, WFS, WCS)?
2. Каковы ключевые преимущества использования геопространственных веб-служб в GIS-приложениях?
3. В чем заключается роль REST и SOAP в создании геопространственных веб-служб?
4. Каковы основные вызовы и ограничения при разработке и развертывании геопространственных веб-служб?
5. Какие инструменты и технологии используются для создания и управления геопространственными веб-службами?
6. Как обеспечить совместимость и интеграцию различных геопространственных данных в единую систему?
7. Каковы перспективы развития геопространственных веб-служб в условиях растущих объемов данных и потребностей пользователей?

Задания для выполнения практических работ

Практическая работа № 1: Введение в специализированное программное обеспечение геоинформационных систем (QGIS)

Цель: ознакомиться со специализированным программным обеспечением.

Задание:

1. Ознакомиться с кратким обзором функциональных возможностей специализированного программного обеспечения QGIS;
2. Осуществить запуск ПО и открытие подготовленного для работы готового проекта по Саратовской области;
3. Ознакомиться с графическим интерфейсом QGIS. Расположением окон, вкладок, инструментов;
4. Ознакомиться с основными элементами проекта QGIS: карта, браузер, таблица содержания слоев, инструменты анализа, компоновки (макеты), отчеты;
5. Изучить слои, представленные в окне Таблицы содержания проекта, их визуализацию и порядок отображения;
6. Ознакомиться со свойствами слоя и представленной информацией (путь к данным, редактирование, организация информации, метаданные, используемые форматы и кодировки, стилизация отображения данных слоя);

7. Изучить характеристики записей, представленные в атрибутивной таблице слоя;
8. Произвести дублирование одного из слоев проекта (изучить информацию о пути к данным слоя);
9. Составить SQL-запрос к слою для отображения объектов только в пределах Марковского района Саратовской области;
10. Создать макет (выходной документ, карту) для отображения результата работы добавив элементы карты, масштаба, названия макета, легенды, стрелки севера);
11. Сохранить и закрыть проект.

Практическая работа № 2: Картографические способы отображения результатов анализа данных

Цели: углубить навыки работы в среде QGIS по отображению данных с использованием градуировочных символов и цветов; приобрести опыт и навыки работы с векторными данными и атрибутивными таблицами.

Задание:

1. Создать новый проект в ПО QGIS;
2. Добавить данные компьютерного моделирования прорыва дамбы на реке в проект;
3. Визуализировать информацию в виде цифровой карты для отображения глубин и скоростей водного потока на исследуемую территорию (АОИ);
4. Установить параметры отображения слоев с помощью редактора легенды для визуального интерпретирования результатов моделирования, используя варианты: «простая символика», «символизация по уникальным значениям», «символизация по диапазонам», «символизация на основе правил» ;
5. Добавить в проект базовую карту (например, Яндекс спутник), представляющую из себя спутниковое изображение;
6. Исследовать значения глубин и скоростей водного потока для АОИ;
7. Проанализировать ситуацию на территории польдера, представленную результатами моделирования. Будет ли затоплено поселение, ферма, сельскохозяйственные поля? Какая часть территории польдера будет затоплена на моменты времени, представленные результатами моделирования?;
8. Создать макет – выходную форму для отображения результатов выполнения работы;
9. Сохранить и закрыть проект.

Практическое занятие № 3. Картографические проекции

Цель: приобретения опыта применения QGIS для просмотра карт в различных картографических проекциях, навыка. вычисления геометрических характеристик объектов в разных проекциях.

Задание:

1. Создать новый проект в ПО QGIS;
2. Добавить исходный набор векторных данных в проект;

1. Визуализировать информацию в виде цифровой карты в окне;
2. Установить параметры отображения слоев с помощью редактора стилей визуализации;
3. Ответить на вопрос: Какова пространственная протяженность отображенной территории в терминах градусов широты и долготы?
4. Ответить на вопрос: Где на земной поверхности находится точка с координатами (0,0) широты и долготы?;
5. В свойствах вида изменить проекцию с географической на проекцию данных Робинсона;
6. Найти место на земной поверхности, где находится точка с координатами (0,0) проекции Робинсона?;
7. В свойствах вида изменить проекцию с географической на проекцию The World from Space (Мир из космоса). В результате Вы увидите 3х мерное представление земного шара, из точки, помещенной над Штатом Массачусетс;
8. Добавить в проект три новые группы слоев и импортировать в них исходные данные упражнения.
9. В свойствах каждому виду задать следующую проекцию: географическую, Меркатора, мир из космоса. Каковы координаты города Балашов в выбранной системе координат?
10. Ответить на вопрос: Каковы в этой системе координаты г. Ершов Саратовской области?
11. Ответить на вопрос: Каково расстояние между городами Балашов и Ершов в каждой из проекций. Сравните полученные результаты и сделайте выводы.
12. Ответить на вопрос: Каково значение площади РФ в каждой из выбранных проекций. Сравните полученные результаты и сделайте выводы.
13. Создать макет – выходную форму для отображения результатов выполнения работы;
14. Сохранить и закрыть проект.

Практическая работа № 4: Операции с растровыми данными

Цель: освоить геопривязку растровых изображений.

Задание:

1. Создать новый проект в ПО QGIS;
2. Добавить в проект модуль-расширение для осуществления геометрической привязки растровых данных;
3. Добавить в проект базовую карту (например, Яндекс спутник), представляющую из себя спутниковое изображение;
4. Добавить растровое изображение исторического аэрофотоснимка Тимирязевской академии в формате JPG (1953_Photo_aero.jpg). в проект;
5. Провести исследование архивного снимка и объектов, отображенных на нем. Комментарий: на архивном аэрофотоснимке хорошо различим ряд существующих в настоящее время объектов: большой садовый пруд, здания на территории кампуса Тимирязевской академии, а также территория ВДНХ;

6. Исследовать координаты 10-го корпуса Тимирязевской академии. Зафиксировать их в отчете;
7. Исследовать инструмент геометрической привязки растровых данных, требования к входным и выходным данным, применяемые алгоритмы при осуществлении операции, последовательность проведения работы в инструменте;
8. Осуществить поиск пар точек на базовой спутниковой подложке и историческом снимке, используя визуальный поиск объектов, мало подвергшихся изменениям (углы зданий, развязки дорог...);
9. Провести привязку исторического снимка с использованием типа трансформации «линейная трансформация»;
10. Если точность привязки низкая и наблюдаются значительные расхождения между двумя наборами данными, то необходимо провести повторную привязку с помощью коррекции местоположения пар контрольных точек;
11. Провести привязку исторического снимка с использованием типов трансформации «полиномиальная 2» и «полиномиальная 3»;
12. Проанализировать полученные результаты привязки с использованием трех типов трансформации.
13. Создать макет – выходную форму для отображения результатов выполнения работы;
14. Сохранить и закрыть проект.

Практическая работа № 5: Операции с векторными данными

Цели: освоить оцифровку объектов реального мира для представления их в ГИС проекте.

Задание:

1. Открыть проект, созданный в практической работе № 4 в ПО QGIS;
2. Для оцифровки объектов, отображенных на растровой подложке создать 3 новых шейп-файла: точечный, линейный и полигональный;
3. Произвести оцифровку дорожной сети, водных объектов, сельскохозяйственных полей и домов поселения (не менее 30 объектов каждой категории);
4. Установить параметры отображения слоев с помощью редактора стилей;
5. В атрибутивную таблицу оцифрованных объектов добавить атрибутивную информацию (;
6. Создать компоновку – выходную форму для отображения результатов выполнения работы;
7. Сохранить и закрыть проект.

Практическая работа № 6: Операции с атрибутивными данными

Цели: научиться применять соединение или связывание записей по общему полю в атрибутивных таблицах, освоить применение шаблонов для унификации отображения информации.

Задание:

1. Открыть проект, созданный в практической работе № 2 в ПО QGIS;
2. Добавить дополнительные исходные данные (два .dbf файла, содержащие табличные данные моделирования прорыва дамбы на момент времени 004 и 007) в проект;
3. Связать атрибутивную таблицу шейп-файла на момент времени 001 с табличными данными результатов на моменты времени 004 и 007.
4. Визуализировать информацию на три момента времени;
5. Установить параметры отображения слоев с помощью редактора стиля, чтобы их можно было легко сравнить визуально;
6. Исследовать значения глубин и скоростей водного потока для рассматриваемой территории для трех представленных моментов времени;
7. Проанализировать развитие чрезвычайной ситуации на территории польдера по результатам моделирования на три момента времени. Будет ли затоплено поселение, ферма или сельскохозяйственные поля на моменты времени 004 и 007? Какая часть территории польдера будет затоплена на моменты времени, представленные результатами моделирования?;
8. Создать макет выходную форму для отображения результатов выполнения работы;
9. Сохранить и закрыть проект.

Практическая работа № 7: Проведение пространственного анализа данных

Цели: обучить пользователя проведению пространственного анализа; помочь приобрести навык работы с данными в ГИС посредством операций буферизации, наложения, выборки, переклассификации, картометрических функций и др.

Задание:

1. Создать новый проект в ПО QGIS;
2. Добавить исходные данные в проект;
3. Визуализировать информацию в виде цифровой карты;
4. Установить параметры отображения слоев с помощью редактора легенды;
5. Найти здания и сооружения, попадающие в зону 100м от реки Оскол, применив для этого инструмент «построения буферной зоны», а затем инструмент «пересечение»;
6. Найти площадные характеристики каждого из объектов-зданий, попадающих в водоохранную зону и вычислить общую площадь этих сооружений;
7. Выделить Старооскольское водохранилище из файла, представляющего все водные объекты, в отдельных файл;
8. Найти геометрические характеристики Старооскольского водохранилища с помощью картометрических инструментов;
9. Осуществить переклассификацию раstra землепользования в соответствии с заданными значениями и конвертировать его в векторный формат;

- 10.Посчитать количество объектов, находящиеся на землях, не предназначенных для строительства;
- 11.Определить местоположение строений, находящиеся на землях, не предназначенных для строительства;
- 12.Создать макет– выходную форму для отображения результатов выполнения работы;
- 13.Сохранить и закрыть проект.

Кейсбук от АО «Россельхозбанк» «Система поддержки принятия решений для агрономов»

Исходные данные и постановка задачи

В рамках проектного института создаётся DSS (Decision Support System), которая помогает агрономам принимать решения по посевам и удобрениям. Система интегрирует: прогноз урожайности (ML-модели на исторических и климатических данных), данные с IoT-сенсоров о состоянии почвы и рекомендационные алгоритмы. Студент работает над интеграцией модулей, построением базы знаний и интерфейсов для пользователей.

Создание системы поддержки принятия решений (DSS), которая поможет агрономам оптимизировать процессы посевов и внесения удобрений, используя современные технологии машинного обучения, IoT и алгоритмы рекомендаций.

1. Подбор данных из открытых источников, например данные ДЗЗ, статистические данные по урожайности, архивы метеоданных.

2.

Пре-
добра-
ботка
дан-
ных.
РАД.
Фак-
торный
анализ.

3. Разработка ML-моделей: Создание и обучение моделей машинного обучения для прогнозирования урожайности на основе собранных данных.
4. Создание базы знаний: Формирование базы знаний, которая будет включать лучшие практики, рекомендации по выбору культур и удобрений в зависимости от условий.
5. Разработка пользовательского интерфейса: Создание интуитивно понятного интерфейса для агрономов, позволяющего легко получать доступ к данным и рекомендациям.

Кейс-задача № 1

«Пространственный анализ данных. Интерполяция»

Цель: научиться на основе точечных данных восстанавливать поля распределения непрерывных показателей различными способами. Исследовать представленный набор данных средствами РАД, на основе сеточных и тепловых карт. Используя данные с IoT датчиков, построить с помощью инструментов ПО ГИС три интерполяционные поверхности с применением 3-х методов интерполяции, провести исследование полученных поверхностей и сделать выводы о том, какой метод наилучшим образом «предсказал» значения влажности на рассматриваемой территории

Задание:

1. Произвести импорт имеющихся данных с IoT устройств.
2. Проанализировать данные на основе построения сеточных карт. Создайте сетку. Шестиугольники (соты), квадраты используя предустановленные параметры (размер ячейки, тип сетки). Примените сетку к данным для визуализации распределения значений (например, температуры, осадков) с разными значениями размера используемой сетки. Представьте результат в виде макета(ов). Сделайте выводы о наличии/отсутствии закономерностей и трендов в представленных данных.
3. Тепловые карты. Используя данные IoT датчиков постройте тепловую карту. Настройте параметры радиуса и веса точек для получения тепловой карты. Представьте результат в виде макета(ов). Сделайте выводы о наличии/отсутствии закономерностей и трендов в представленных данных.
4. Провести интерполяцию созданных точечных наборов данных с IoT устройств тремя различными методами (TIN, IDW, kriging).
5. Оценить и проанализировать полученные результаты, сделать выводы об использовании наиболее подходящего метода для используемого датасета.

Кейс-задача № 2

«Классификация изображения Sentinel-2 с использованием алгоритма Forest-Based Classification модуля Semi-Automatic Classification Plugin (SCP) программного обеспечения QGIS »

Цель: Освоить навыки применения инструмента Forest-Based Classification and Regression модуля Semi-Automatic Classification Plugin (SCP) в QGIS для работы с данными дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Научиться классифицировать наборы данных Sentinel-2 с использованием метода случайного леса (Random Forest). Целью классификации является определение следующих классов на изображении: водные объекты, облачность, тени, культуры (кукуруза, подсолнечник, соя), голая почва (пар).

Задание:

1. Импортируйте данные спутника Sentinel-2 на территорию интереса в выбранный временной период. Рассчитайте дополнительные индексы:

- NDVI (Normalized Difference Vegetation Index): для оценки состояния растительности.
 - NDWI (Normalized Difference Water Index): для оценки наличия водных объектов.
 - SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index): для оценки состояния почвы.
2. Объедините данные об произрастаемых культурах с данными дистанционного зондирования, чтобы создать полную обучающую выборку.
 3. Создайте обучающую выборку, включающую следующие переменные индексы растительности (NDVI, NDWI, SAVI), метеорологические данные (температура, осадки и т.д.), данные о культурах, видимые диапазоны данных (Red, Green, Blue), NIR (Near Infrared). Подготовьте данные.
 4. • Запустите процесс прогнозирования урожайности с использованием следующих алгоритмов: Random Forest, K-Nearest Neighbors.
 5. Оцените полученные результаты для каждого алгоритма, обращая внимание на точность прогноза и качество полученных результатов в виде картограмм.

Кейс-задача № 3

«Разработка веб-сервиса для мониторинга сельскохозяйственных полей»

Цель: разработать ГИС проект мониторинга **сельскохозяйственных полей** выбранной области с использованием данных ДЗЗ из открытых источников.

Задание:

1. Провести анализ объекта мониторинга, доступности данных для решения поставленной задачи;
2. Описать постановку задач ГИС проекта мониторинга: назначение и сущность мониторинга, назначение и сущность ГИС системы мониторинга, входные и выходные данные, массивы данных, частота, периодичность и длительность решения и т.п.;
3. Описать основные функции системы: исходные данные (перечень исходных материалов и документов); цели ГИС и основные функции, обеспечивающие их достижение; характеристика функциональной структуры (описать назначения и сущности подсистем и функций); привести типовые решения (типовые подсистемы, функции и задачи);
4. Построить концептуальную схему проекта мониторинга. Схема должна включать используемые данные, операции обработки данных и результаты (в том числе промежуточные), получаемые в ходе обработки.

Кейс-задача № 4

«Веб-сервис мониторинга сельскохозяйственных полей»

Цель: создание веб-сервиса мониторинга **сельскохозяйственных полей** с использованием данных ДЗЗ из открытых источников.

Задание:

1. Открыть приложение QGIS и загрузить подготовленные слои пространственных данных:

2. Визуализировать информацию в виде цифровой карты так, чтобы информация отображалась не перекрывая друг друга, настроить отображение каждого слоя (подобрать цветовое решение, символы, надписи и т.д.;
3. Осуществить настройки параметров публикуемого сервиса: функциональных возможностей, процессов, кэширования, наличия описаний ко всем элементам сервиса;
4. Настроить доступ к картографическому сервису а) для широкого круга пользователей б) для ограниченной группы пользователей;
5. Осуществить визуализацию данных, заложенных в интерактивной карте, настроить всплывающие окна к объектам, выбрать базовую карту-подложку.
6. Опубликовать проект в виде сервиса на сервер
7. На основе картографического сервиса построить веб-приложение.
8. Добавить виджеты в приложение. Виджеты предоставляют Вашему приложению функции, такие как печать или обзор карты, зуммирование, выбор базовой карты (топографическая, спутниковое изображение, гибрид и т.д.).
9. Выполнить настройки атрибутов приложения, таких как баннер с логотипом, заголовок, гиперссылки и т.д.
10. Произвести предварительный просмотр, сохранить приложение.

Хакатон по ГИС разработке

Участники хакатона должны разработать инновационное решение, которое поможет агропромышленным предприятиям Ростовской области повысить эффективность производства и улучшить прогнозирование урожайности, используя современные технологии и методы анализа данных.

Ведущий конкурса-хакатона распределяет участников по командам методом жеребьевки. Все участники делятся на n команд по 4 человека (IT-менеджер; программист-разработчик; дизайнер; ГИС-разработчик). Команды выбирают своего капитана.

Наставники из числа преподавателей выбирают команду-конкурсанта и сопровождают её на протяжении всего конкурса. Наставники также помогают командам выбрать капитана, могут давать советы своим командам по реализации проекта, а также помогают капитанам делегировать обязанности внутри команды. Каждая команда должна реализовать свою идею разработки методического подхода в виде программного средства.

Цель: создание комплексной системы мониторинга посевных площадей и аналитической платформы для оценки и прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур в Ростовской области.

Задачи

1. Разработка технологии оценки урожайности на полях с использованием данных датчиков и ГИС-аналитики.

2. Мониторинг посевных площадей с использованием оперативных данных дистанционного зондирования.
3. Картографирование урожайности и динамики всходов посевов с использованием ГИС-технологий.
4. Прогнозное моделирование урожайности на основе собранных данных.

В рамках данного кейса участникам предлагается создать программно-аппаратный комплекс для мониторинга посевных площадей в Ростовской области и прогнозирования урожайности на основе следующих данных:

- Синтетические данные об объеме урожая зерновых культур.
- Агрохимические карты на территорию исследования.
- Данные о типах уборочных комбайнов для различных культур.

Ожидаемый результат

Формат решения: Программно-аппаратный комплекс

Функциональность:

- сбор данных по урожайности;
- прогнозирование урожайности озимой пшеницы на основе геоинформационных систем;
- картографирование пространственных различий полей;
- возможность подключения данных дистанционного зондирования (показатели NDVI, EVI и тд);
- аналитические панели по показателям.
- возможность накопления данных, построения временных рядов.

На реализацию проекта команде дается 2 дня. Целью хакатона является подготовка команд к ежегодному хакатону по ГИС – GISIT, выработка навыков командной работы, а также практических навыков работы с геоданными и геоинформационными системами, разработки веб-ГИС-сервисов.

Примерные темы курсовых работ

Курсовая работа по дисциплине предполагает разработку проекта мониторинга – разработка модели систем мониторинга, которая отражает основные моменты их структуры, функционирования, получаемых ими результатов или характеристик, включая основные потоки информации с оценкой их объема. Эта работа требует от студента анализа всего изученного по курсу материала.

Обучающимся предлагается осуществить разработку проекта мониторинга явления или объекта. При этом нужно определить следующие количественные характеристики системы мониторинга:

1. Исходя из природы объекта или явления, определить временные и пространственные характеристики наблюдаемого процесса. Нужно выяснить размеры наблюдаемой территории и частоту получения данных для обеспечения слежения за изменением объекта или ходом процесса без потерь существенной для целей мониторинга информации.

2. Определить параметры (характеристики), которые нужно определять (измерять, наблюдать) для оценки состояния объекта или процесса. Например, это может быть температура, количество биомассы, влажность, размер объекта, скорость изменения размеров объекта и т.д. Создать модель базы данных системы мониторинга, то есть представить набор информации в виде реляционной базы данных с помощью таблицы или набора связанных по ключевым полям таблиц, которые позволят решить задачу системы мониторинга. В общих чертах составить модель потоков данных: какие данные являются исходными и что является их источником (данные ДЗЗ или наземных исследований, общеизвестные характеристики); как эти данные используются для получения характеристик объекта или процесса; какие параметры характеризуют объект или процесс.

3. Определить параметры системы дистанционного зондирования, которые должны соответствовать масштабу (уровню) поставленной задачи. Необходимо указать диапазоны электромагнитного спектра, данные которых позволят решить задачу мониторинга, пространственное и временное разрешение данных ДЗ. Нужно указать существующие в настоящее время приборы ДЗ, которые могут быть использованы (если такие существуют).

4. Составить набор данных, которые могут быть получены только при проведении наземных исследований, увязать их с данными ДЗ.

5. Определить какие процедуры обработки данных необходимы для оценки состояния объекта мониторинга. Представить известные математические методы, процедуры или подходы к решению задачи. Указать существующие на настоящее время реализованные пакеты программного обеспечения, пригодные для решения задачи, для этого провести сравнительный анализ ПО.

6. Оценить количественно объемы информации, получаемой и обрабатываемой в единицу времени в системе (за один день, сутки, год и т.п. в зависимости от уровня задачи).

Курсовая работа должна содержать описание модели базы данных, модели потоков данных, таблицу параметров системы ДЗ, обобщенную блок-схему алгоритма обработки данных и формат результатов.

Варианты систем мониторинга для разработки:

1. Разработка проекта для внедрения системы точного земледелия на сельскохозяйственном предприятии.
2. Разработка проекта мониторинга антропогенной нагрузки на территорию.
3. Разработка проекта мониторинга видового распространения растительности.
4. Разработка проекта мониторинга дорожно-транспортной обстановки.
5. Разработка проекта мониторинга за состоянием городской растительности.
6. Разработка проекта мониторинга загрязнения атмосферного воздуха предприятиями города.

7. Разработка проекта мониторинга земель сельскохозяйственного назначения Петровского района Саратовской области.
8. Разработка проекта мониторинга земель сельскохозяйственного назначения Озинского района Саратовской области.
9. Разработка проекта мониторинга земель сельскохозяйственного назначения Питерского района Саратовской области.
10. Разработка проекта мониторинга земель сельскохозяйственного назначения Пугачевского района Саратовской области.
11. Разработка проекта мониторинга земель сельскохозяйственного назначения Марксовского района Саратовской области.
12. Разработка проекта мониторинга земель сельскохозяйственного назначения Балаковского района Саратовской области.
13. Разработка проекта мониторинга земель сельскохозяйственного назначения Самойловского района Саратовской области.
14. Разработка проекта мониторинга земель сельскохозяйственного назначения Балашовского района Саратовской области.
15. Разработка проекта мониторинга земель сельскохозяйственного назначения Романовского района Саратовской области.
16. Разработка проекта мониторинга земель сельскохозяйственного назначения Ровенского района Саратовской области.
17. Разработка проекта мониторинга земель сельскохозяйственного назначения Федоровского района Саратовской области.
18. Разработка проекта мониторинга земель сельскохозяйственного назначения Турковского района Саратовской области.
19. Разработка проекта мониторинга земель сельскохозяйственного назначения Хвалынского района Саратовской области.
20. Разработка проекта мониторинга земель сельскохозяйственного назначения Энгельсского района Саратовской области.
21. Разработка проекта мониторинга земель сельскохозяйственного назначения Краснокутского района Саратовской области.
22. Разработка проекта мониторинга земель сельскохозяйственного назначения Калининского района Саратовской области.
23. Разработка проекта мониторинга качества воды в водохранилище.
24. Разработка проекта мониторинга опытного поля.
25. Разработка проекта мониторинга паводковой ситуации в регионе.
26. Разработка проекта мониторинга пожарной опасности лесов в пределах одной административной единицы.
27. Разработка проекта мониторинга развития городской инфраструктуры.
28. Разработка проекта мониторинга развития ЧС.
29. Разработка проекта мониторинга распространения болезней растительности в пределах одной административной единицы.
30. Разработка проекта мониторинга реабилитации территории после ЧС.
31. Разработка проекта мониторинга сейсмической активности в регионе.

32. Разработка проекта мониторинга сорного компонента в пределах одного севооборота.
33. Разработка проекта мониторинга состояния растительности в зоне аэропорта.
34. Разработка проекта мониторинга урожайности в пределах одного хозяйства или административной единицы.
35. Разработка проекта мониторинга урожайности в пределах одной административной единицы.
36. Разработкам проекта мониторинга состояния лесного массива.

**Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию
(зачет)**

1. Понятие геоинформационных технологий.
2. Основные функции ГИС. ГИС как среда для научных и прикладных задач.
3. Пространственная, временная, непространственная (семантическая) информация.
4. Понятие пространственного объекта, пространственных данных.
5. Концептуальная модель пространственной информации: объектно-ориентированная; географического поля; сетевая.
6. Источники пространственных данных и их типы. Пространственные отношения. Топология.
7. Глобальные национальные спутниковые системы (ГНСС).
8. Взаимодействие картографии и геоинформатики. Основные свойства и определения географических карт. Карты как пространственные модели местности.
9. Математическая основа карт. Понятие о картографических проекциях.
10. Классификация проекций по характеру искажений.
11. Координатная привязка и трансформирование растровых изображений.
12. Модели данных, применяемые в ГИС. Растровая модель данных. Анализ растровых данных.
13. Модели данных, применяемые в ГИС. Векторная модель данных. Анализ векторных данных.
14. Методы пространственного анализа.
15. Цифровые модели рельефа. Источники данных и методы построения цифровых моделей рельефа.
16. Применение цифровых моделей рельефа.
17. Дешифрирование изображений. Прямые и косвенные признаки.
18. Жизненный цикл ГИС - проекта
19. Применение ГИС для решения маркетинговых задач.
20. Применение ГИС для мониторинга природно-экономических систем.
21. Понятие дистанционного зондирования. Схема дистанционного зондирования.

22. Краткая история ДЗЗ. ДЗЗ как инновационный метод оперативного получения геоданных о поверхности. Области применения данных дистанционного зондирования.
23. Электромагнитное излучение. Диапазоны электромагнитного излучения.
24. Спектральные диапазоны, используемые в дистанционном зондировании.
25. Состав атмосферы. Ослабление и рассеяние восходящего излучения в атмосфере.
26. Оптические методы ДЗЗ. Сканер с цилиндрической и с линейной разверткой. Искажение спутниковых сканерных изображений.
27. Радиолокационные системы ДЗЗ. Радары, радиовысотомеры, скаттерометры, радиометры.
28. Оптический диапазон. Методы исследования растительного, почвенного и снегового покровов.
29. Виды и типы спутников для ДЗ и размещаемой на них съемочной аппаратуры.
30. Орбиты спутников ДЗЗ.
31. Космические аппараты для ДЗЗ разного пространственного и временного разрешения.
32. Прием информации со спутников ДЗЗ.
33. Спутники дистанционного зондирования. Основные характеристики съемочных систем. Сопоставительный анализ космических систем ДЗЗ.
34. Преимущества и недостатки данных дистанционного зондирования Земли.
35. Геометрические искажения спутниковых изображений. Геометрическая коррекция снимков.
36. Радиометрическая коррекция. Атмосферная коррекция. Восстановление пропущенных пикселей. Улучшение изображения путем изменения контраста.
37. Параметры инфракрасного диапазона. Применение термографии в дистанционном зондировании. Параметры микроволнового диапазона. Определение радара, принцип его работы.
38. Индексы растительности и их взаимосвязь. Предсказание урожая на основе вегетационных индексов.
39. Мониторинг развития урбанизированных территорий с помощью ДДЗ
40. Экологический мониторинг с помощью ДДЗ.

Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен)

1. Методология планирования ГИС проекта. Основные движущие факторы при проектировании систем. Целевое планирование
2. Холистическая модель функционирующей ГИС
3. Одноцелевой ГИС-проект. Корпоративный ГИС-проект
4. Десяти ступенчатая методика планирования ГИС
5. Проектное предложение. Пример проектного предложения
6. Выявление потребностей организации

7. Технологический семинар. Состав участников технологического семинара
8. Цели и задачи технологического семинара. Внешнее восприятие команды разработчиков
9. Программа технологического семинара. Форма и методика проведения.
10. Описание информационного продукта
11. Требования к картам. Эскиз или пример карты. Требования к изображениям
12. Требования к табличным данным
13. Метаданные входных данных
14. Определение данных. Объем данных. Наличие и стоимость исходных данных
15. Графики Ганта для планирования и внедрения ГИС
16. Характеристики данных. Масштаб. Пространственное разрешение
17. Технологические данные. Стандарты данных. Топология.
18. Простое событие. Комплексные события. Временные данные
19. Сетевая структура данных. Сетевой анализ
20. Бизнес-процессы организации
21. Проектирование ГИС. Основные движущие факторы при проектировании систем.
22. Выявление потребностей организации
23. Проектное предложение
24. Разработка технологической системы. Концептуальная разработка системы технологических решений
25. Обучение пользователей ГИС
26. Развертывание системы на рабочих местах
27. Основные виды тестирования ГИС
28. Техническая поддержка ГИС
29. Постгарантийное сопровождение информационного продукта
30. Управление качеством информационного продукта
31. Анализ затрат и выгод (экономической эффективности) ГИС
32. Разработка стратегии внедрения геоинформационной системы. Анализ внедрения
33. Веб-сервисы
34. Технологии распределенной обработки данных, применяемые в ГИС
35. Типы веб-сервисов
36. WMS (Web Map Service, картографическая веб-служба)
37. WFS (Web Feature Service, веб-служба пространственных объектов)
38. WCS (Web Coverage Service, веб-служба покрытий)
39. Веб-ГИС в электронном правительстве
40. WMS (Web Map Service, картографическая веб-служба).
41. WFS (Web Feature Service, веб-служба пространственных объектов).
42. WCS (Web Coverage Service, веб-служба покрытий).
43. Принципы создания РИПД.
44. Действующие нормативы на государственную картографическую продукцию.

- 45.Предназначение ИПД. Основные компоненты ИПД.
- 46.Стандарты ИПД.
- 47.Пространственные метаданные. Функции пространственных метаданных.
- 48.Перечислите основные технологии веб-серверов и основные технологии веб-браузеров.
- 49.Назовите типичные форматы данных для обмена данными между веб-сервером и веб-клиентом. Сравните их между собой.
- 50.Назовите компоненты простейшего приложения веб-ГИС.
- 51.Геобраузер. Интерактивный виртуальный глобус. Примеры применения.
- 52.Тонкий и толстый клиент в контексте веб-ГИС.
- 53.Лучшая стратегия распределения рабочих нагрузок между сервером и клиентом в приложении веб-ГИС. Приведите наглядный пример такого приложения.
- 54.Пользовательский опыт и основные принципы его проектирования.
- 55.Перечислите основные методы защиты веб-служб.
- 56.Электронное правительство.
- 57.Использование ГИС в правительственных учреждениях до появления Веб-ГИС. Преимущества использования Веб-ГИС в правительственных приложениях.
- 58.Геопорталы и их назначение.
- 59.ИПД. Роль геопорталов в ИПД.
- 60.Три типа участников стандартного геопортала. Функции участников геопортала.
- 61.Определение геопространственных метаданных, их использование в контексте геопорталов. Основные стандарты метаданных.
- 62.Метаданные 2.0, их особенности и применение.

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Курс освоения дисциплины «Разработка геоинформационных систем для предприятий АПК» завершается зачетом и защитой курсовой работы в 5-м семестре и экзаменом в 6-м семестре.

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенций по дисциплине применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов. Критерии оценивания результатов обучения сформулированы в таблице 7, 8 и 9.

Критерии оценивания результатов обучения (зачет)

Таблица 7

Форма контроля	Критерии оценивания
Зачтено	«зачтено» выставляется, если студент самостоятельно и полностью использует возможности программных средств для решения прикладных задач; самостоятельно подтверждает ответ конкретными примерами и за-

	даниями; правильно и обстоятельно отвечает на дополнительные вопросы преподавателя; умеет пользоваться справочной литературой, поиском информации, раздаточным материалом. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный
Не зачтено	«не зачтено» выставляется, если студент не может использовать программные средства при решении различных задач; не может подтвердить ответ конкретными примерами и заданиями; не отвечает на большую часть дополнительных вопросов преподавателя; не может самостоятельно использовать справочную литературу, раздаточный материал, поиск информации. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

Критерии оценивания результатов обучения (защита курсовой работы)

Таблица 8

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценка «отлично» выставляется при выполнении курсовой работе в полном объеме; используется основная литература по проблеме, работа отличается глубиной проработки всех разделов содержательной части, оформлена с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач, сформулированных в задании; на все вопросы дает правильные и обоснованные ответы, убедительно защищает свою точку зрения
Средний уровень «4» (хорошо)	оценка «хорошо» выставляется при выполнении курсовой работы в полном объеме; работа отличается глубиной проработки всех разделов содержательной части, оформлена с соблюдением установленных правил; студент твердо владеет теоретическим материалом, может применять его самостоятельно или по указанию преподавателя; на большинство вопросов даны правильные ответы, защищает свою точку зрения достаточно обосновано
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценка «удовлетворительно» выставляется при выполнении курсовой работы в основном правильно, но без достаточно глубокой проработки некоторых разделов; студент усвоил только основные разделы теоретического материала и по указанию преподавателя (без инициативы и самостоятельности) применяет его практически; на вопросы отвечает неуверенно или допускает ошибки, неуверенно защищает свою точку зрения
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценка «неудовлетворительно» выставляется, когда студент не может защитить свои решения, допускает грубые фактические ошибки при ответах на поставленные вопросы или вовсе не отвечает на них

Критерии оценивания результатов обучения (экзамен)

Таблица 9

Экзамен	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает обучающийся, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.

	Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « хорошо » заслуживает обучающийся, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « удовлетворительно » заслуживает обучающийся, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « неудовлетворительно » заслуживает обучающийся, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Советов, Б. Я. Информационные технологии: теоретические основы / Б. Я. Советов, В. В. Цехановский. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 444 с. — ISBN 978-5-507-45305-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/264935>.

2. Цветков, В. Я. Основы геоинформатики / В. Я. Цветков. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 188 с. — ISBN 978-5-507-47062-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/323108>

7.2 Дополнительная литература

1. Нарожная, А. Г. ГИС-анализ : учебное пособие / А. Г. Нарожная, М. Е. Родионова, Я. В. Выродова. — Белгород : НИУ БелГУ, 2023. — 108 с. — ISBN 978-5-9571-3527-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/399401> (дата обращения: 04.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей..

2. Шубина, М. А. Использование ГИС-технологий для анализа материалов дистанционного зондирования природных объектов : учебное пособие / М. А. Шубина. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2023. — 104 с. — ISBN 978-5-9239-1407-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/348020>.

3. Геоинформационные системы: пространственный анализ и гео моделирование : учебно-методическое пособие / А. В. Дубровский, О. И. Малыгина, В. Н. Никитин, Е. Д. Подрядчикова. — Новосибирск : СГУГиТ, 2021. — 87 с. — ISBN 978-5-907320-90-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/222335>.

Статьи журналов, входящих в Единый государственный перечень научных изданий — «Белый список»

1. Ivanov, M.M., Ivanova, N.N., Golosov, V.N. *et al.* Assessment of Changes in Chernobyl Contamination and Erosion Rates for Arable Soils Using Resampling Method. *Eurasian Soil Sc.* 57, 1499–1508 (2024). <https://doi.org/10.1134/S1064229324601112>
2. Tynchenko, Y.; Kukartsev, V.; Tynchenko, V.; Kukartseva, O.; Panfilova, T.; Gladkov, A.; Nguyen, V.; Malashin, I. Landslide Assessment Classification Using Deep Neural Networks Based on Climate and Geospatial Data. *Sustainability* 2024, 16, 7063. <https://doi.org/10.3390/su16167063>
3. Tynchenko, Y.; Tynchenko, V.; Kukartsev, V.; Panfilova, T.; Kukartseva, O.; Degtyareva, K.; Nguyen, V.; Malashin, I. Soil Properties Classification in Sustainable Agriculture Using Genetic Algorithm-Optimized and Deep Neural Networks. *Sustainability* 2024, 16, 8598. <https://doi.org/10.3390/su16198598>
4. Yuan, J.; Zhang, Y.; Zheng, Z.; Yao, W.; Wang, W.; Guo, L. Grain Crop Yield Prediction Using Machine Learning Based on UAV Remote Sensing: A Systematic Literature Review. *Drones* 2024, 8, 559. <https://doi.org/10.3390/drones8100559>
5. Zeyliger, A.; Muzalevskiy, K.; Ermolaeva, O.; Grecheneva, A.; Zinchenko, E.; Gerts, J. Mapping Soil Surface Moisture of an Agrophytocenosis via a Neural Network Based on Synchronized Radar and Multispectral Optoelectronic Data of SENTINEL-1,2—Case Study on Test Sites in the Lower Volga Region. *Sustainability* 2024, 16, 9606. <https://doi.org/10.3390/su16219606>

7.3 Материалы конференций А/А*

1. Подбор конференций уровня А/А*. – URL: https://portal.core.edu.au/conf-ranks/?search=A*+&by=all&source=CORE2023&sort=atitle&page=1
2. Материалы конференции International Conference on Machine Learning (ICML). – URL <https://dblp.uni-trier.de/db/conf/icml/index.html>
3. Материалы конференции ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD). – URL: <https://dblp.uni-trier.de/db/conf/kdd/index.html>
4. Материалы конференции Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS). – URL: <https://dblp.uni-trier.de/db/conf/nips/index.html>
5. Материалы конференции Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP). – URL: <https://dblp.uni-trier.de/db/conf/emnlp/index.html>
9. Материалы конференции European Conference on Computer Vision (ECCV). – URL: <https://dblp.uni-trier.de/db/conf/emnlp/index.html>
10. Материалы конференции IEEE International Conference on Data Mining (ICDM). – URL: <https://dblp.uni-trier.de/db/conf/icdm/index.html> и др.

8. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Базы данных Министерства сельского хозяйства Российской Федерации: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.mcx.ru (открытый доступ). - Загл. с экрана.
2. Базы данных Федеральной службы государственной статистики (открытый доступ). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.gks.ru. – Загл. с экрана.
3. Информационно-аналитический центр координатно-временного и навигационного обеспечения (открытый доступ). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.glonass-iac.ru/>. – Загл. с экрана.
4. Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (открытый доступ). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.consultant.ru. – Загл. с экрана.
5. Свободная географическая информационная система с открытым кодом. QGIS (открытый доступ). [Электронный ресурс] /Сайт проекта QGIS. – Режим доступа: <https://qgis.org/ru/site/>. – Загл. с экрана.
6. Искусственный интеллект. Качество данных для аналитики и машинного обучения. Часть 1. Обзор, термины и примеры ГОСТ Р 71484.1-2024 (ИСО-МЭК 5259-1:2024)
7. Искусственный интеллект. Качество данных для аналитики и машинного обучения. Часть 2. Показатели качества данных ГОСТ Р 71484.2-2024 (ИСО/МЭК 5259-2:2024)
8. Искусственный интеллект. Качество данных для аналитики и машинного обучения. Часть 3. Требования и рекомендации по управлению качеством данных ГОСТ Р 71484.3-2024 (ИСО-МЭК 5259-3:2024)
9. Искусственный интеллект. Качество данных для аналитики и машинного обучения. Часть 4. Структура процесса управления качеством данных ГОСТ Р 71484.4-2024 (ИСО/МЭК 5259-4:2024)
10. Информационные технологии. Искусственный интеллект. Структура жизненного цикла данных ГОСТ Р 70889-2023 (ИСО/МЭК 8183:2023)
11. Архив статей блога Яндекса-практикума по анализу данных <https://practicum.yandex.ru/blog/data-science/>
12. Проект, библиотека машинного обучения с открытым исходным кодом для Python, которая предоставляет инструменты для анализа данных и создания моделей. Разработана в 2007 году Дэвидом Курнапо https://scikit-learn.org/stable/auto_examples/feature_selection/index.html
13. Базовые и современные алгоритмы компьютерного зрения, включая глубокое обучение и 3D-реконструкцию. Szeliski, R. Computer Vision: Algorithms and Applications — 2nd ed. — Springer, 2022. — 925 p. — ISBN 978-3-030-34372-9.
9. Платформа для анализа данных и машинного обучения Kaggle. <https://www.kaggle.com/>
14. Платформа открытых данных дистанционного зондирования Земли. – URL: <https://www.earthexplorer.com/>
15. Мюллер А., Гвидо С. Введение в машинное обучение с помощью Python. — М.: ДМК, 2019. — 480 с. — ISBN 978-5-97060-660-5

16. ML-библиотека с открытым исходным кодом для анализа растровых геоданных <https://rastervision.io/>
17. Книга. GeoAI и геопространственная структура для комплексного подхода, основанного на местоположении. Dixon, B. (2025). GeoAI, and Geospatial Framework for Integrated Place-Based Approach. In: Interdisciplinary Environmental Solutions. Palgrave Macmillan, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-16763-8_10
18. Книга. Платформы нового поколения для исследования краудсорсинговых геоданных. Brovelli, M.A., Minghini, M., Zamboni, G. (2018). New Generation Platforms for Exploration of Crowdsourced Geo-Data. In: Mathieu, PP., Aubrecht, C. (eds) Earth Observation Open Science and Innovation. ISSI Scientific Report Series, vol 15. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-65633-5_9

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование темы учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	По всем темам дисциплины	Microsoft Office	офисные приложения	Microsoft	Текущая версия
2		QGIS	расчетная	Своб.распр	Текущая версия
3		Веб-браузер Яндекс	программа просмотра web изображений	Yandex	Текущая версия
4		Google Colaboratory	расчётная	Google	Текущая версия
5		PostgreSQL с расширением PostGIS	база данных и расширение, поддерживающее работу с координатами	Своб.распр.	Текущая версия
6		pgAdmin	СУБД	Своб.распр.	Текущая версия

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Занятия проводятся в специализированных аудиториях, оснащенных мультимедийным оборудованием для проведения лекционных занятий. Практические занятия проводятся с использованием технических и программных средств в аудитории, оснащенной персональными компьютерами и доступом в интернет.

Инфраструктурное обеспечение ОПОП ВО в области искусственного интеллекта

Инфраструктура для реализации базового блока по глубокому и машинному обучению при подготовки бакалавров направления 09.03.03 Прикладная информатика по профилю «Системы искусственного интеллекта» включает аппаратное оборудование и специализированного программного обеспечение для выполнения высокопроизводительных вычислений и позволяет выполнять эффективное обучение глубоких нейронных сетей, использовать фреймворки для разработки и развёртывания моделей глубоких нейронных сетей, инструменты управления данными для обработки и хранения данных, облачные платформы, периферийные устройства и датчики для создания систем искусственного интеллекта под задачи агропромышленного комплекса, что обеспечивает формирование практических навыков и компетенций у обучающихся, необходимых в профессиональной деятельности в сфере искусственного интеллекта и анализа данных.

Аппаратная части инфраструктуры позволяет решить задачи

- обеспечения высокопроизводительных вычислений для обработки больших объёмов данных и тренировки моделей машинного обучения;
- развёртывания специализированных серверов и облачных сервисов для GPU-вычислений и распределенных расчётов;
- организации хранилищ данных с высокой пропускной способностью и масштабируемостью;
- обеспечить возможность параллельной обработки больших объёмов данных за счет высокопроизводительных серверов и вычислительных кластеров позволяют масштабировать обучение моделей.

Проведение учебных занятий (практических и лабораторных), курсовых работ и проектов, а также ведение проектной деятельности по блокам дисциплин глубокого обучения проводится с использованием аппаратных средств поддержки высокопроизводительных вычислений, компьютерных классов и лаборатории искусственного интеллекта классов, включающих:

- 17 профессиональных рабочих станций с процессорами Intel i9, графическими ускорителями NVIDIA GeForce RTX 4090, 128 ГБ оперативной памяти и 1 ТБ SSD;
- серверное оборудование: два модуля с суммарной производительностью 772 потока, 262 ГБ оперативной памяти и 87 ТБ SSD;
- высокопроизводительные процессоры Intel Xeon Gold/Platinum;
- GPU-кластер на базе NVIDIA H100 (7168 ГБ ОЗУ, 110 производительных ядер, 220 потоков, 400 ГБ видеопамати, 84 480 CUDA-ядер, 72 ТБ хранилища, сеть 10 Гбит/с с резервированием);
- системы хранения Lenovo Storage V3700 V2 и «Гравитон» (до 600 накопителей, поддержка NVMe/SAS/SATA, интеграция с VMware, Hyper-V и Proxmox).

Программная часть инфраструктуры

Проведение учебных занятий (практических и лабораторных), курсовых работ и проектов, а также проектной деятельности по блокам дисциплин глубокого обучения осуществляется с использованием программных средств поддержки высокопроизводительных вычислений в компьютерных классах и лабораториях искусственного интеллекта, которые включают:

1. Экосистему разработки и анализа данных

Инструменты для работы с данными, построения моделей, автоматизации и оптимизации процессов:

- Языки и окружения: Jupyter, Anaconda, Google Colaboratory, Visual Studio Code (VS Code), GitFlic.
- Библиотеки машинного обучения: Scikit-learn, Theano, Apache MXNet, Chainer, Fast.ai, Microsoft Cognitive Toolkit (CNTK), Deeplearning4j, ML.NET, XGBoost, Rasa, DeepSpeed.

- Фреймворки и системы глубокого обучения: TensorFlow, PyTorch, Keras, PaddlePaddle, Hugging Face Transformers.
 - Инструменты для распределённых вычислений и управления процессами: Apache Hadoop, Apache Spark, Apache Airflow, Apache NiFi, Dask, Ray, Optuna, MLflow.
 - Средства интеграции и потоковой обработки: Apache Kafka.
 - Статистический и математический анализ: EViews, Stata/IC, Statistica 6 Ru, Mathcad Express, Wolfram Mathematica.
 - Инструменты для моделирования и симуляций: Anilogic.
 - Среды разработки интерфейсов: Qt Creator, Qt Designer.
2. Инструменты компьютерного зрения и анализа изображений
- Используются для обработки фото-, видео- и сенсорных данных:
- Библиотеки и фреймворки: Open Source Computer Vision Library (OpenCV), Caffe, ONNX (Open Neural Network Exchange), Fast.ai, PaddlePaddle.
 - Специализированные пакеты: Scanex image processor, Point Cloud Library (PCL).
3. BI-платформы и инструменты аналитики
- Для визуализации, аналитики и принятия решений:
- BI-системы и дашборды: QGIS, PowerBI, Grafana.
 - Отраслевые инструменты: ExactFarming, ExactScoring.
4. Системы управления данными и базами
- Реляционные и нереляционные СУБД:
- PostgreSQL, MySQL, Microsoft SQL Server, MongoDB.

В учебном процессе используется инфраструктура учебно-научных лабораторий Центра «Проектный институт цифровой трансформации АПК», деятельность которого построена на принципах синергии между академическими знаниями и реальными потребностями агропромышленного комплекса. Стратегия направлена на создание устойчивой экосистемы, где студенты, преподаватели и бизнес-партнёры совместно разрабатывают решения для цифровизации отрасли, используя R&D-направления как основу для образовательных модулей и кейсов:

1. IoT-лаборатория (тестирование защищённых каналов управления сенсорами, IPv6/5G);
2. Лаборатория больших данных (контроль качества и предобработка датасетов);
3. Лаборатория цифровых двойников (моделирование агро-объектов);

4. Лаборатория ГИС и ДЗЗ (адаптация геоплатформ под точное земледелие);
5. Лаборатория информационной безопасности (аудит агро-ИТ-систем);
6. Лаборатория биоинформатики (геномные и фенотипические базы данных);
7. Лаборатория цифровых продуктов (прототипирование API и интерфейсов);
8. Лаборатория ИИ в АПК (верификация отраслевых моделей).

В учебном процессе особое место занимает IoT-полигон «Цифровое растениеводство и сельхозаналитика», создаваемый при поддержке индустриального партнёра – АО «Россельхозбанк». Его деятельность строится на принципах тесной интеграции образовательной среды и реального сектора экономики. Полигон обеспечивает студентам возможность работать с актуальными технологиями и оборудованием, применяемыми в агробизнесе, и формировать практические компетенции, напрямую востребованные отраслью.

Ключевая особенность полигона – использование отраслевых VI-платформ ExactFarming и ExactScoring, которые применяются в индустрии для анализа производственных данных и построения предиктивных моделей. Благодаря этому учебные модули и практические кейсы строятся не на абстрактных примерах, а на реальных данных и инструментах, используемых агрохолдингами и фермерскими хозяйствами.

Стратегия функционирования полигона направлена на то, чтобы образовательные модули и проектная работа студентов опирались на реальные запросы индустриального партнёра. В учебные дисциплины интегрированы кейсы по анализу IoT-данных, разработке систем агроскоринга, предиктивному моделированию урожайности и созданию цифровых сервисов для сельского хозяйства. Для их реализации используются следующие оборудование и технологии:

- сенсорные столы NexTable с интерактивной ГИС-подложкой;
- зона проектной аналитики на 15–20 рабочих мест;
- VR-зона для иммерсивной работы с цифровыми двойниками хозяйств;
- витрины с IoT-датчиками (Metos, Sentek, MD514D) и симуляторами устройств;
- VI-дашборды ситуационного центра с аналитикой в реальном времени на базе ExactFarming и ExactScoring.

Такой формат позволяет студентам совместно с экспертами Россельхозбанка и индустриальными наставниками осваивать полный цикл работы с данными: от сбора информации с сенсоров и её предобработки – до визуализации, построения аналитических моделей и разработки готовых цифровых серви-

сов. В результате IoT-полигон становится связующим звеном между университетом и индустрией: он не только поддерживает научно-образовательную деятельность, но и формирует у студентов опыт взаимодействия с заказчиком, понимание требований бизнеса и готовность к внедрению решений в агропромышленный комплекс.

Робототехнические и сенсорные комплексы используются не как отдельные демонстрационные устройства, а как элементы сквозных образовательных сценариев:

- коллаборативные роботы AUBO-i5, xArm6 с системами машинного зрения интегрированы в занятия по компьютерному зрению и интеллектуальным системам управления: студенты программируют их действия, создают алгоритмы сортировки продукции и автоматизированного контроля качества, фактически имитируя задачи производственной роботизации в АПК;

- мобильные бионические платформы Unitree Go2 EDU позволяют моделировать работу автономных интеллектуальных систем: студенты разрабатывают алгоритмы навигации, анализа сенсорных данных и принятия решений в реальном времени. Такие кейсы приближают их к задачам роботизированного мониторинга хозяйств и сервисного применения ИИ в сельском хозяйстве;

- почвенные датчики (рН, электропроводимость, влажность, солёность) дают возможность формировать собственные массивы данных для анализа. Студенты измеряют параметры почвы, готовят датасеты и используют их в дисциплинах по предиктивной аналитике и цифровому растениеводству. В результате лабораторные работы превращаются в полноценные исследования, где ИИ применяется для прогноза урожайности и оптимизации агротехнологий;

- лидары DJI Zenmuse L1, NAVMOPO S1, спектральные камеры и 3D-сканеры применяются для построения цифровых карт и моделей полей. На этих данных студенты учатся выявлять болезни растений, определять биомассу и оценивать эффективность агротехнических мероприятий. Полученные результаты интегрируются в проекты по созданию цифровых двойников агроэкосистем.

Характеристика материально-технического обеспечения учебного процесса при подготовке специалистов в области ИИ представлена в приложении ОПОП ВО по направлению 09.03.03 направленности «Системы искусственного интеллекта» Г.2 – «Сведения об обеспеченности образовательного процесса специализированными лабораториями».

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Аудитории для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (корпус 1 - <i>лаборатории центра «Проектный институт цифровой трансформации АПК», IoT-полигон «Цифровое растениеводство и сельхозаналитика»</i> , корпус 12 (Планетарий 1), лекционные аудитории корпуса 29).	Характеристика материально-технического обеспечения учебного процесса при подготовке специалистов в области ИИ представлена в приложении ОПОП ВО по направлению 09.03.03 направленности «Системы искусственного интеллекта» Г.2 – «Сведения об обеспеченности образовательного процесса специализированными лабораториями».
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова	Читальные залы библиотеки
Общежитие № 7	Комната для самоподготовки

11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины основывается на систематической повседневной работе обучающихся. Дисциплина изучается на лекциях и практических занятиях. Для успешного освоения дисциплины «Разработка геоинформационных систем для предприятий АПК» обучающемуся необходимо прослушать курс лекций, посетить все практические занятия, выполнить все практические работы, выполнить самостоятельную работу по изучению теоретического материала.

Лекции читаются в аудиториях, оснащенных мультимедийной техникой, на основе подготовленных лектором презентаций с применением активных и интерактивных образовательных технологий.

На лекциях студенты получают основные теоретические знания по предмету. Студенты обязаны конспектировать основные теоретические положения.

Практические занятия проводятся в компьютерных классах, оснащенных соответствующими техническими и программными средствами.

Практические занятия проводятся с целью закрепления теоретического материала и приобретения практических навыков. Практические занятия проводятся под руководством преподавателя. На каждом занятии преподаватель обозначает тему и цель занятия и формулирует задание.

Основным требованием по выполнению практических работ является полное исчерпывающее описание всей проделанной работы, оформленное в виде пояснительной записки и позволяющее судить о полученных результатах, степени выполнения и профессиональной подготовки студентов.

Обучающийся, пропустивший занятия, обязан самостоятельно выполнить практические работы, выданные на пропущенных занятиях и представить их результаты преподавателю.

В ходе лекционных занятий обучающемуся рекомендуется:

- вести конспектирование учебного материала;
- обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации;
- желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений;
- задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций;
- в ходе подготовки к практическим занятиям изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, при этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы;
- дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.

Самостоятельная работа призвана закрепить теоретические знания и практические навыки, полученные обучающимися на лекциях и практических занятиях, развить поставленные компетенции. Кроме того, часть времени, отпущенного на самостоятельную работу, должна быть использована на выполнение домашней работы. Во время лекционных и практических занятий самостоятельная работа реализуется в виде решения обучающимися индивидуальных заданий, изучения части теоретического материала. Во внеаудиторное время обучающийся изучает рекомендованную литературу, готовится к лекционным и практическим занятиям.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

При изучении каждой темы дисциплины проводятся устные опросы с целью проверки и коррекции хода освоения теоретического материала, а также практических умений и навыков. Устные опросы проводятся в часы практических занятий по основному расписанию.

Студент, пропустивший занятия по уважительной причине, обязан представить преподавателю подтверждающий документ и защитить пропущенные работы в часы, отведенные для еженедельных консультаций.

Пропущенные лекционные занятия обучающийся обязан отработать, представив конспект материала и ответив на вопросы в устной форме.

Обучающийся, пропустивший практические занятия, обязан самостоятельно выполнить практические работы, выданные на пропущенных занятиях и представить их результаты преподавателю.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Современная ориентация образования на формирование компетенций предполагает создание дидактических и психологических условий, в которых обучающийся может проявить не только интеллектуальную и познавательную активность, но и личностную социальную позицию, свою индивидуальность выразить себя как субъект обучения.

Основными формами организации образовательного процесса в курсе «Разработка геоинформационных систем для предприятий АПК» являются: чтение лекций; проведение практических занятий; организация самостоятельной образовательной деятельности; проведение зачета, защиты курсовой работы и экзамена (технология организации мониторинга результатов образовательной деятельности).

Преподавание курса «Разработка геоинформационных систем для предприятий АПК» должно носить контекстный характер. В процессе обучения должна четко прослеживаться целевая установка на развитие личности; интеграционное единство форм, методов и средств обучения; взаимодействие обучаемых и педагогов; индивидуальный стиль педагогической деятельности.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

Лекционный курс, как одна из составляющей дисциплины «Разработка геоинформационных систем для предприятий АПК», должен быть логическим и последовательным. Лекция должна быть гибкой, дифференцированной, учитывающей и особенности изучаемой научной дисциплины, и специфику аудитории, и психологические закономерности познания, переработки услышанного, его воздействия на формирование оценок, отношений, взглядов, чувств и убеждений человека, и возможности новых информационных технологий.

Рекомендуется проведение лекционных занятий в виде проблемных лекций и лекций – визуализаций. Психологические и педагогические исследования показывают, что наглядность не только способствует более успешному восприятию и запоминанию учебного материала, но и позволяет активизировать умственную деятельность, глубже проникать в сущность изучаемых явлений, показывает его связь с творческими процессами принятия решений подтверждает регулирующую роль образа в деятельности человека. Лекция-визуализация учит студентов преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения.

Процесс визуализации является свертыванием мыслительных содержаний, включая разные виды информации, в наглядный образ. Подготовка данной лекции преподавателем состоит в том, чтобы изменить, переконструировать учебную информацию по теме лекционного занятия в визуальную форму для представления студентам через технические средства обучения или вручную (схемы,

рисунки, чертежи и т.п.). К этой работе могут привлекаться и студенты, у которых в связи с этим будут формироваться соответствующие умения, развиваться высокий уровень активности, воспитываться личностное отношение к содержанию обучения.

Практические занятия по дисциплине «Разработка геоинформационных систем для предприятий АПК» проводятся с целью приобретения умений и навыков работы с пространственными данными в программном обеспечении для ГИС и ДЗЗ, приобретение умений проектирования информационных процессов и систем с использованием инновационных инструментальных средств, адаптации современных ИКТ для решения задач в рамках их профессиональной деятельности.

В ходе практических занятий рекомендуется использовать групповое обсуждение как интерактивную форму обучения, способствующую лучшему усвоению изучаемого материала. На первом этапе группового обсуждения перед студентами ставится проблема, выделяется определенное время, в течение которого студенты должны подготовить аргументированный развернутый ответ. Преподаватель может устанавливать определенные правила проведения группового обсуждения: задавать определенные рамки обсуждения (например, указать не менее 10 ошибок); ввести алгоритм выработки общего мнения; назначить лидера, руководящего ходом группового обсуждения и др. На втором этапе группового обсуждения вырабатывается групповое решение совместно с преподавателем. Практическое занятие должно заканчиваться подведением итогов и формулировкой выводов. Также на занятиях обучающиеся выступают с докладами и презентациями на заданную тему, по окончании которых проводится коллективное обсуждение, в результате которого приобретаются навыки ведения дискуссии по обсуждаемым вопросам.

В связи с переходом на деятельностную парадигму образования самостоятельная работа приобретает новую «роль» в процессе обучения, становится ведущей формой организации обучения. При этом роль преподавателя - управление самостоятельной работой обучающегося, которая предполагает ее формализацию, организацию, контроль выполнения, определение эффективности. В процессе самостоятельной работы предполагается закрепление знаний и навыков, полученных студентами на лекционных и практических занятиях, углубленное изучение дисциплины и применение полученных знаний и навыков на практике для решения конкретных практических задач. В рамках самостоятельной работы студенты ведут подготовку к защите практических работ, а также к сдаче зачета. Студент в рамках самостоятельной работы может провести собственное исследование, применяя методы анализа пространственно-временных данных. В случае надлежащего качества его работа может быть заслушана на научном кружке кафедры или на студенческой научной конференции, а в последствии и стать частью выпускной квалификационной работы.

В процессе самостоятельной работы по дисциплине «Разработка геоинформационных систем для предприятий АПК» студенты отрабатывают следующие вопросы: Виды данных, источники данных. Интеграция данных в ГИС Возможности ГИС. Функциональные группы. Форматы данных. Базы геоданных

(геопространственных данных) и управление ими. Сущность и факторы генерализации. Виды генерализации. Картографические знаки, их применение и дифференциация. Компоновка. Система приемов анализа карт. Трехмерная визуализация. Стандартные функции Business Analyst Online, ВАО. Продвинутое функции Business Analyst Online, ВАО. Сервисы, использующие местоположение клиента - location-based services, LBS. Интерполяция. Создание контуров. Декомпозиция и объединение объектов. Применение ГИС для решения пространственных задач. Интерфейс между подсистемой космических аппаратов и навигационной аппаратурой потребителей. Преимущества и недостатки данных дистанционного зондирования Земли. Сложение разновременных снимков. Стереоскопические наблюдения разновременных снимков перемещающихся объектов. Надежность результатов дешифрирования. Источники геоданных в растровом формате. Архивы свободно распространяемых данных. Формирование метаданных. Испытания системы и ввод в постоянную эксплуатацию. Эксплуатация ГИС. Веб-ГИС как инструмент электронного правительства. Клиенты веб-ГИС. Инструменты приложений веб-ГИС. Родственные стандарты веб-сервисов. Способы оптимизации веб-служб. Методы защиты веб-служб. Стандарты геопространственных метаданных – CSDGM. Стандарты геопространственных метаданных – ISO. Распределенные и централизованные каталоги. Классификация геопорталов. Проектирование геопорталов.

Мониторинг результатов образовательной деятельности по дисциплине осуществляется в виде зачета, защиты курсовой работы и экзамена.

Особенности методики преподавания данной дисциплины состоят в интенсификации теоретической, практической и самостоятельной работы студентов и применении активных и интерактивных форм и методов обучения.

Программу разработали:

Разработчик (и): _____ Ермолаева О.С., ст. преподаватель



РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую программу дисциплины Б1.В.05 «Разработка геоинформационных систем для предприятий АПК» ОПОП ВО по направлению 09.03.03 Прикладная информатика, направленность «Системы искусственного интеллекта» (квалификация выпускника – бакалавр)

Ивашовой Ольгой Николаевной, доцентом кафедры систем автоматизированного проектирования и инженерных расчетов, кандидатом сельскохозяйственных наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Разработка геоинформационных систем для предприятий АПК» ОПОП ВО по направлению 09.03.03 Прикладная информатика, направленность «Системы искусственного интеллекта» (бакалавриат), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» на кафедре прикладной информатики (разработчик – Ермолаева О.С., ст. преподаватель).

Рассмотрев представленные на рецензирование материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Разработка геоинформационных систем для предприятий АПК» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению **09.03.03 Прикладная информатика**, компетентностно-ролевым моделям в сфере искусственного интеллекта. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного цикла – Б1.В.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления **09.03.03 Прикладная информатика** и компетентностно-ролевыми моделями в сфере искусственного интеллекта.

4. В соответствии с учебным планом и компетентностно-ролевыми моделями в сфере искусственного интеллекта, Программой за дисциплиной «Разработка геоинформационных систем для предприятий АПК» закреплена **4 компетенции (пять индикаторов)**. Дисциплина «Разработка геоинформационных систем для предприятий АПК» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. **Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины Разработка геоинформационных систем для предприятий АПК» составляет 5 зачётных единиц (180 часов, в том числе 8 часов практической подготовки).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Разработка геоинформационных систем для предприятий АПК» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению **09.03.03 Прикладная информатика** и возможность дублирования в содержании отсутствует.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

9. Занятия по дисциплине «Разработка геоинформационных систем для предприятий АПК» проводятся в интерактивной и активной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления **09.03.03 Прикладная информатика**.

11. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета, защиты курсовой работы и экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений учебного цикла – Б1.В ФГОС ВО направления **09.03.03 Прикладная информатика**.

12. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника, дополнительной литературой – 3 наименования, Интернет-ресурсы – 9 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления **09.03.03 Прикладная информатика** и компетентностно-ролевыми моделями в сфере искусственного интеллекта.

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Разработка геоинформационных систем для предприятий АПК» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Разработка геоинформационных систем для предприятий АПК».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенного рецензирования можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Разработка геоинформационных систем для предприятий АПК» ОПОП ВО по направлению **09.03.03 Прикладная информатика**, направленность «**Системы искусственного интеллекта**» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанной Ермолаевой О.С., старшим преподавателем кафедры прикладной информатики, соответствует требованиям ФГОС ВО, компетентностно-ролевых моделей в сфере искусственного интеллекта, профессиональных стандартов, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Ивашова О.Н., к.с.-х.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

« 28 » августа 2025 г.