

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шитикова Александра Васильевна

Должность: и.о. директора института агробиотехнологии

Дата подписания: 2025.02.10 10:55:07

Уникальный электронный ключ:

fcd01ecb1fd76898c54f745ad12c3f716ce658



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

(ФГБОУВОРГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт экономики и управления АПК

Кафедра прикладной информатики

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института
агробиотехнологии

Шитикова А.В.

“ 10 ” 02

2025 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.02 Цифровое проектирование и искусственный интеллект в биотехнологии

для подготовки магистров
ФГОС ВО

Направление 19.04.01. Биотехнология

Направленность: Биоинженерия и клеточная биотехнология

Курс 1

Семестр 2

Форма обучения – очная

Год начала подготовки – 2025

Москва, 2025

Разработчик (и): Пчелинцева С.В., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)



« 28 » августа 2025 г.

Рецензент: Ашмарина Т.И., к.э.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)



« 25 » августа 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 19.04.01. Биотехнология и учебного плана по данному направлению.

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



«28» августа 2025 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии

института Агробиотехнологии

Шитикова А.В., д.с.-х.н., профессор



«28» 08. 2025 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой

Биотехнологии

Вертикова Е.А.,



«28» _08_ 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

(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.....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ	8
ПО СЕМЕСТРАМ	8
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
4.3 ЛЕКЦИИ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	10
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	11
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	12
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	16
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	17
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	17
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	17
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ	18
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	18
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	19
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	19
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	20
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	20
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	21

Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.02 «Цифровое проектирование и искусственный интеллект в биотехнологии» для подготовки магистров по направлению 19.04.01 «Биотехнология» направленность «Биоинженерия и клеточная биотехнология»

Цель освоения дисциплины: сформировать у обучающихся комплексные компетенции в области применения цифровых технологий и методов искусственного интеллекта для решения биотехнологических задач. Студенты должны овладеть навыками моделирования биопроцессов, анализа больших биологических данных, проектирования биотехнологических систем с использованием ИИ, а также научиться оценивать потенциал цифровых инструментов для оптимизации исследований и производства в биотехнологии.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в обязательную часть, учебного плана по направлению 19.04.01. Биотехнология, дисциплина осваивается во 2 семестре.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы): УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; ОПК-2.1; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ОПК-7.3.

Краткое содержание дисциплины: Изучение принципов компьютерного моделирования биопроцессов; освоение технологий анализа больших биологических данных (биоинформатика); знакомство с алгоритмами машинного обучения для прогнозирования свойств биообъектов; изучение цифровых методов проектирования биотехнологических систем и процессов; работу с программным обеспечением для биотехнологического моделирования (SciLab, Python, MS Excel и др.); рассмотрение этических и нормативных аспектов применения ИИ в биотехнологии; формирование навыков работы с профильным ПО; обучение разработке цифровых моделей биосистем; приобретение умений применять ИИ-решения для оптимизации биотехнологических задач.

Общая трудоёмкость дисциплины: 72 часов/2 зачётные единицы.

Промежуточный контроль: Зачет.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Управление информационными системами» является сформировать у обучающихся комплексные компетенции в области применения цифровых технологий и методов искусственного интеллекта для решения биотехнологических задач. Студенты должны овладеть навыками моделирования биопроцессов, анализа больших биологических данных, проектирования биотехнологических систем с использованием ИИ, а также научиться оценивать потенциал цифровых инструментов для оптимизации исследований и производства в биотехнологии.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Цифровое проектирование и искусственный интеллект в биотехнологии» включена в факультативную часть учебного плана направления 19.04.01 «Биотехнология», осваивается во 2 семестре. Дисциплина «Цифровое проектирование и искусственный интеллект в биотехнологии» реализуется

в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 19.04.01. Биотехнология.

Дисциплина «Цифровое проектирование и искусственный интеллект в биотехнологии» основывается на знании следующих дисциплин: «Методологические основы исследований в биотехнологии», «Информационные технологии в биотехнологии».

Дисциплина «Цифровое проектирование и искусственный интеллект в биотехнологии» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Стандарты GMP в технологиях биологических производств», «Биоинформатика».

Рабочая программа дисциплины «Цифровое проектирование и искусственный интеллект в биотехнологии» 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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины (профессиональные компетенции)

№ п/п	Компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Индикатор компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				Знать	Уметь	Владеть
1	УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.1 Знает методы критического анализа и оценки современных научных достижений, основные принципы критического анализа	методы критического анализа и оценки современных научных достижений, основные принципы критического анализа	-	-
			УК-1.2 Выявляет и анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	-	выявлять и анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	-
			УК-1.3 Осуществляет поиск вариантов решения выявленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации. Определяет в рамках выбранного решения вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке, и обосновывает его выбор. Предлагает способы их решения	-	-	поиском вариантов решения выявленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации.
			УК-1.4 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них, оценивая их влияние на окружающий мир	-	разрабатывать стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них, оценивая их влияние на окружающий мир	-
2	ОПК-2	Способен использовать специализированное программное обеспечение, базы данных, адаптировать известные программные продукты, элементы искусственного интеллек-	ОПК-2.1 Знает пути и перспективы применения современных компьютерных технологий в биологических науках и образовании	пути и перспективы применения современных компьютерных технологий в биологических науках и образовании	-	7

		та для решения задач профессиональной деятельности				
3	ОПК-3	Способен разрабатывать алгоритмы и участвовать в разработке программ в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Знает методы алгоритмизации, языки и технологии программирования, пригодные для практического применения в профессиональной области	Знает методы алгоритмизации, языки и технологии программирования, пригодные для практического применения в профессиональной области	-	-
			ОПК-3.2 Умеет применять методы алгоритмизации, языки и технологии программирования при решении профессиональных задач	-	применять методы алгоритмизации, языки и технологии программирования при решении профессиональных задач	-
			ОПК-3.3 Владеет навыками программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов задач	-	-	навыками программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов задач
4	ОПК-7	Способен представлять результаты профессиональной деятельности на русском и иностранном языках в виде научных докладов, отчетов, обзоров и публикаций с использованием современных информационных технологий	ОПК-7.3 Использует современные информационные ресурсы для формирования навыков коммуникации в научной, учебной, профессиональной сферах	-	использовать современные информационные ресурсы для формирования навыков коммуникации в научной, учебной, профессиональной сферах	-

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 часа), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	в т.ч. по семестрам
		№2
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	72	72
1. Контактная работа:	48,25	48,25
Аудиторная работа	48,25	48,25
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	16	16
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	32	32
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25	0,25
2. Самостоятельная работа (СРС)	23,75	23,75
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям и т.д.)</i>	14,75	14,75
<i>Подготовка к зачету (контроль)</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:	Зачет	

4.2. Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Все-го	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
Тема 1 Введение в искусственный интеллект	8	2	4		2
Тема 2 Терминология машинного обучения	8	2	4		2
Тема 3 Визуализация данных	8	2	4		2
Тема 4 Проблематика и технологии экспертных систем. Основы статистики	8	2	4		2
Тема 5 Нейронные сети	8	2	4		2
Тема 6 Использование искусственного интеллекта для решения задач обработки и интерпретации исследовательских данных	8	2	4		2
Тема 7 Программное обеспечение ИИ	8	2	4		2
Тема 8 Практическое применение искусственного интеллекта при решении профессиональных задач	6,75	2	4		0,75
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	-	-	0,25	-
Подготовка к зачету (контроль)	9	0	0		9
Всего за 1 семестр	72	16	32	0,25	23,75

Тема 1 Введение в искусственный интеллект.

Введение в системы искусственного интеллекта. Понятие об искусственном интеллекте. История развития идеи искусственных нейронных сетей, машинного обучения и место этих дисциплин в науке. Искусственный интеллект в России. Функциональная структура системы искусственного интеллекта. Направления развития искусственного интеллекта. Современные приложения ИИ и основные актуальные направления. Данные и знания. Представление знаний в интеллектуальных системах.

Тема 2 Терминология машинного обучения.

Ключевые термины ИИ. Основные постановки задач: регрессия, классификация, кластеризация, визуализация. Обучение на прецедентах и обучающая выборка. Метрики качества. Типы данных. Терминология: объект, целевая переменная, признак, метрика качества, модель, метод обучения. Примеры постановок задач из психологии, экономики, социологии, маркетинга, юриспруденции. Разбор конкретных постановок, признаков, метрик качества на этих задачах. Машинное обучение как инструмент автоматического поиска закономерностей. Обзор основных типов моделей и принципов их обучения (на простых примерах). Линейные модели и анализ текстов, примеры анализа отзывов на банки и текстов вакансий. Решающие деревья, решающие леса и интернет-поисковики. Принципы работы поисковиков.

Тема 3 Визуализация данных.

Культура подачи данных и выводы в графической форме. Подходы и идеи о визуализации данных, демонстрация примеров визуализации.

Тема 4 Проблематика и технологии экспертных систем. Основы статистики.

Понятие о экспертной системе (ЭС). Общая характеристика ЭС. Виды ЭС и типы решаемых задач. Структура и режимы использования ЭС. Классификация инструментальных средств ЭС и организация знаний в ЭС. Инженерия знаний. Основные задачи инженера знаний. Интеллектуальные информационные ЭС. Основы анализа числовых данных и терминология - выборка, генеральная совокупность, среднее, медиана, вероятность. Кейсы по анализу данных (квартет Энскомба, Титаник, ирисы Фишера) и вероятностные задачи (парадокс Монти-Холла). Особенности интерпретации статистических показателей и закономерностей, лже-корреляции и бимодальные распределения.

Тема 5 Нейронные сети.

Терминология и архитектура нейронных сетей и графов вычислений. История развития метода, отличия и схожесть с биологическими нейронными сетями, примеры решаемых задач и архитектур. Обозримое будущее развития ИИ - управляемые автомобили, умные голосовые помощники. Связь нейронауки ИИ, идеи нейромаркетинга. Концепция сильного ИИ и необходимые шаги для достижения такого уровня развития ИИ. Применение нейронных сетей. Обучение нейросети.

Тема 6 Использование искусственного интеллекта для решения задач обработки и интерпретации исследовательских данных

Модели данных. Временные ряды. Прогнозирование временных рядов. Анализ временного ряда.

Тема 7 Программное обеспечение ИИ

Автоматизированное рабочее место государственного служащего. Гособлако. Государственная единая облачная платформа (ГЕОП). Развитие инфраструктуры электронного правительства. Автоматизированное создание моделей социальных отношений. Автоматическая эвристическая оценка.

Тема 8 Практическое применение искусственного интеллекта при решении профессиональных задач.

Использование технологий искусственного интеллекта в научных исследованиях: диагностика, анализ, интерпретация и визуализация результатов исследования.

4.3. Лекции/практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций/ практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Тема 1 Введение в искусственный интеллект	Лекция 1 Введение в искусственный интеллект	УК-1.1 УК-1.2	-	2
		Практическая работа 1 Введение в искусственный интеллект	УК-1.3 УК-1.4	Устный опрос	4
2.	Тема 2 Терминология машинного обучения	Лекция 2 Терминология машинного обучения	УК-1.1 УК-1.2	-	2
		Практическая работа 2 Терминология машинного обучения	УК-1.3 УК-1.4	Устный опрос. Защита практической работы	4
3.	Тема 3 Визуализация данных	Лекция 3 Визуализация данных	УК-1.1 УК-1.2	-	2
		Практическая работа 3 Визуализация данных	УК-1.3 УК-1.4	Устный опрос, защита практической работы	4

№ п/п	№ темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
4.	Тема 4 Проблематика и технологии экспертных систем. Основы статистики	Лекция 4 Проблематика и технологии экспертных систем. Основы статистики	ОПК-2.1	-	2
		Практическая работа 4 Проблематика и технологии экспертных систем. Основы статистики		Устный опрос	4
5.	Тема 5 Нейронные сети	Лекция 5 Нейронные сети	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	-	2
		Практическая работа 5 Нейронные сети		Устный опрос	4
6.	Тема 6 Использование искусственного интеллекта для решения задач обработки и интерпретации исследовательских данных	Лекция 6 Использование искусственного интеллекта для решения задач обработки и интерпретации исследовательских данных	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	-	2
		Практическая работа 6 Использование искусственного интеллекта для решения задач обработки и интерпретации исследовательских данных		Устный опрос	4
7.	Тема 7 Программное обеспечение ИИ	Лекция 7 Программное обеспечение ИИ	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	-	2
		Практическая работа 7 Программное обеспечение ИИ		Устный опрос	4

№ п/п	№ темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
8.	Тема 8 Практическое применение искусственного интеллекта при решении профессиональных задач	Лекция 8 Практическое применение искусственного интеллекта при решении профессиональных задач	ПК-7.3	-	2
		Практическая работа 8 Практическое применение искусственного интеллекта при решении профессиональных задач		Устный опрос	4

4.4. Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
1	Тема 1. Введение в искусственный интеллект	Искусственный интеллект, как научная область. Основные направления исследований. УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4;
2	Тема 2. Терминология машинного обучения	Пути повышения эффективности функционирования алгоритмов машинного обучения. УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4;
3	Тема 3. Визуализация данных.	Основные требования к языку представления знаний интеллектуальной системы. Проблемная область искусственного интеллекта. Характеристики предметной области и решаемых задач. УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-7.3
4	Тема 4 Проблематика и технологии экспертных систем. Основы статистики.	История развития экспертных систем. Экспертные системы в биологии. ОПК-2.1
5	Тема 5. Нейронные сети	История развития метода, отличия и схожесть с биологическими нейронными сетями, примеры решаемых задач и архитектур. Обозримое будущее развития ИИ - управляемые автомобили, умные голосовые помощники. УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; ОПК-3.1, ОПК-3.2
6	Тема 6. Использование искусственного интеллекта для решения задач обработки и интерпретации исследовательских данных	Нейросети распознавания образов, Системы аутентификации на основе нейронных сетей УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; ОПК-3.3, ОПК-7.3, ОПК-2.1,

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
7	Тема 7. Программное обеспечение ИИ	Библиотеки Pandas, <u>Scikit-learn</u> . УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; ОПК-7.3,
8	Тема 8. Практическое применение искусственного интеллекта при решении профессиональных задач	Применение ИНС в решениях задач АПК. Примеры и перспективы. УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; ОПК-3.1

5. Образовательные технологии

Таблица 6

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	
1.	Тема 1. Введение в искусственный интеллект	Л	Информационные и коммуникационные технологии
		ПЗ	Работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами.
2.	Тема 2. Терминология машинного и глубокого обучения	Л	Информационные и коммуникационные технологии
		ПЗ	Работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами.
3.	Тема 3. Визуализация данных.	Л	Информационные и коммуникационные технологии
		ПЗ	Работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами.
4.	Тема 4. Проблематика и технологии экспертных систем. Основы статистики.	Л	Информационные и коммуникационные технологии
		ПЗ	Работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами.
5.	Тема 5. Нейронные сети	Л	Информационные и коммуникационные технологии
		ПЗ	Работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами.
6.	Тема 6 Использование искусственного интеллекта для решения задач обработки и интерпретации исследовательских данных	Л	Информационные и коммуникационные технологии
		ПЗ	Работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами.
7.	Тема 7. Программное обеспечение ИИ	Л	Информационные и коммуникационные технологии
		ПЗ	Работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами.
8.	Тема 8. Практическое применение искусственного интеллекта при решении профессиональных задач	Л	Информационные и коммуникационные технологии
		ПЗ	Работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами.

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 для устного опроса

Тема 1. Введение в искусственный интеллект

1. Понятие и краткая история развития технологий искусственного интеллекта.
2. Сформулируйте цель проведения научных и технических разработок в области искусственного интеллекта.
3. Назовите два основных направления искусственного интеллекта. Основная идея каждого из этих направлений.
4. Назовите два основных подхода к моделированию искусственного интеллекта.
5. Назовите основные области применения систем искусственного интеллекта.
6. Назовите три известных вам комплекса вычислительных средств систем искусственного интеллекта. Назовите их назначение.
7. Перечислите направления развития искусственного интеллекта.

Тема 2. Терминология машинного обучения

1. Понятие и основные принципы машинного обучения.
2. Типология задач машинного обучения.
3. Модели машинного обучения.
4. Дайте определения понятиям: данные, знания. Основное отличие базы знаний от базы данных.
5. Семантическая сеть. Процесс вывода новых знаний в семантической сети. Приведите пример семантической сети.
6. Фрейм. Приведите пример фрейма. Назовите три уровня общности фреймов.
7. Представление знания в продукционной модели. Приведите пример продукционной модели.
8. Машины вывода. Функции машины вывода. Опишите цикл работы машины вывода.

Тема 3. Визуализация данных

1. Культура подачи данных в графических редакторах.
2. Опишите подходы и идеи о визуализации данных.
3. Приемы демонстрации визуализации.
4. Экспертные системы. Общая характеристика, структура и основные элементы экспертных систем.
5. Экспертные системы. Интеллектуальные информационные ЭС.
3. Экспертные системы. Классификация ЭС по назначению.
6. Основные направления приложения ЭС. Классификация ЭС по методам построения.
7. Инженерия знаний. Метод мозгового штурма.
8. Экспертная система. Отличие экспертных систем от систем обработки данных.

9. Перечислите основные компоненты статической экспертной системы. Для чего предназначен каждый из этих компонентов?

Тема 4 Проблематика и технологии экспертных систем. Основы статистики.

1. Дайте развёрнутое определение экспертной системы (ЭС). В чём её ключевое отличие от систем математического моделирования?
2. Перечислите и кратко охарактеризуйте основные этапы разработки экспертной системы (от идентификации до опытной эксплуатации).
3. Что такое продукционная модель представления знаний в ЭС? Приведите пример правила в формате «ЕСЛИ ... ТО ...» и объясните, что такое антецедент и консеквент.
4. В каких случаях целесообразно разрабатывать экспертную систему? Назовите не менее трёх условий, при которых создание ЭС оправдано.
5. Перечислите основные преимущества экспертных систем по сравнению с работой человека-эксперта. Укажите также одно существенное ограничение ЭС.
6. Основы статистики в контексте экспертных систем
7. Что такое метод экспертных оценок? Опишите его сущность и основную цель при разработке и настройке ЭС.
8. Перечислите три основных типа задач, решаемых экспертами в рамках метода экспертных оценок, и приведите для каждого типа краткий пример из области разработки ЭС.
9. Какие виды вопросов используют при анкетировании экспертов (в контексте разработки ЭС)? Кратко охарактеризуйте каждый вид и укажите, в какой ситуации он предпочтительнее.
10. Что понимается под согласованностью мнений экспертов? Опишите, зачем её оценивают и какие количественные меры могут использоваться для её измерения при обработке результатов экспертного опроса.

Тема 5. Нейронные сети.

1. Суть направления развития искусственного интеллекта, основанного на попытке создать нейронную модель мозга.
2. Назовите современные аспекты применения нейросистем. Перечислите недостатки и преимущества нейронных сетей.
3. Перечислите задачи, которые решаются с помощью нейронных сетей.
4. Опишите механизм обучения нейронных сетей. Типы правил обучения нейросетей.
5. Механизм обучения нейросети.

Тема 6. Использование искусственного интеллекта для решения задач обработки и интерпретации исследовательских данных

1. Охарактеризуйте рекуррентные нейронные сети для анализа последовательностей.
2. Опишите механизмы: генерация текстовых описаний по изображению; генерация изображений по текстовому описанию.
3. Примеры применения визуального интеллекта в индустрии.

Тема 7. Программное обеспечение ИИ

1. Автоматизация и искусственный интеллект, как это работает.
2. Автоматизированное создание моделей социальных отношений (социальной среды), значение в профессиональной деятельности.
3. Использование ИИ для работы государственного служащего.

Тема 8. Практическое применение искусственного интеллекта при решении профессиональных задач

1. Приведите 3–4 конкретных примера успешного применения ИИ для оптимизации производственных процессов в биотехнологии (с указанием решаемых задач и достигнутых результатов).
2. Как ИИ помогает в разработке и скрининге новых биофармацевтических препаратов? Охарактеризуйте ключевые алгоритмы и платформы.
3. Опишите сценарий использования ИИ для прогнозирования выхода биопродукта в биореакторе: какие данные нужны, какие модели применяются, как оценивается точность.
4. В чём заключаются преимущества ИИ систем для мониторинга и диагностики биотехнологического оборудования в реальном времени? Приведите примеры инструментов.
5. Как методы машинного обучения применяются для анализа геномных и протеомных данных в биотехнологических исследованиях? Перечислите типичные задачи и соответствующие алгоритмы.
6. Расскажите, как ИИ используется для автоматизации контроля качества биотехнологической продукции (на примере конкретного типа продукции: ферменты, вакцины, биополимеры и т. п.).
7. Какие риски и ограничения существуют при внедрении ИИ в биотехнологическое производство? Предложите способы их минимизации.
8. Перспективы развития искусственного интеллекта в сфере анализа и прогнозирования гидрометеорологических и климатических данных

2) Примеры заданий для практических работ

Подробный перечень заданий для практических занятий представлен в оценочных материалах дисциплины.

Примерный перечень вопросов к зачёту по дисциплине

1. Что понимается под цифровым проектированием в биотехнологии?
2. Перечислите ключевые этапы цифрового проектирования биотехнологического процесса.
3. В чём заключается роль искусственного интеллекта в современной биотехнологии?
4. Назовите основные типы биотехнологических процессов, поддающихся цифровому моделированию.
5. Что такое биоинформатика и как она связана с цифровым проектированием?
6. Опишите принцип работы алгоритмов машинного обучения в биотехнологических задачах.
7. Какие виды данных анализируются в биоинформатике?
8. Что представляет собой цифровая модель биосистемы?

9. Перечислите основные программные средства для моделирования биопроцессов.
10. В чём преимущества использования Python для биотехнологического моделирования?
11. Как применяется SciLab в биотехнологических расчётах?
12. Опишите возможности MS Excel для анализа биотехнологических данных.
13. Что такое большие биологические данные (Big Data in Biology)?
14. Какие методы предобработки биоданных используются перед анализом?
15. В чём суть кластерного анализа применительно к биологическим данным?
16. Как работает метод главных компонент (PCA) в биоинформатике?
17. Что такое предсказательное моделирование в биотехнологии?
18. Приведите примеры задач прогнозирования в биотехнологическом производстве.
19. Какие алгоритмы классификации применяются для анализа биоданных?
20. В чём отличие обучения с учителем от обучения без учителя в биоинформатике?
21. Что такое нейронные сети и как они используются в биотехнологии?
22. Опишите архитектуру свёрточных нейронных сетей (CNN) в биологическом анализе.
23. Как применяются рекуррентные нейронные сети (RNN) в биотехнологиях?
24. Что такое трансферное обучение в контексте биоинформатики?
25. Какие метрики качества используются для оценки моделей машинного обучения в биотехнологии?
26. В чём заключаются особенности обработки геномных данных?
27. Как ИИ помогает в разработке биофармацевтических препаратов?
28. Опишите применение ИИ в оптимизации биореакторов.
29. Что такое цифровая двойник биотехнологического производства?
30. Какие сенсоры и IoT устройства используются в цифровом биопроизводстве?
31. Как осуществляется мониторинг биопроцессов в реальном времени?
32. В чём суть концепции Industry 4.0 для биотехнологической отрасли?
33. Какие киберфизические системы применяются в биотехнологии?
34. Что такое облачные вычисления в контексте биотехнологических исследований?
35. Как обеспечивается безопасность биоданных при цифровом проектировании?
36. Какие этические проблемы возникают при использовании ИИ в биотехнологии?
37. Каковы правовые ограничения применения ИИ в биомедицине?
38. Что такое GDPR и как он влияет на работу с биоданными?
39. Опишите жизненный цикл разработки биотехнологического ПО.
40. В чём заключается валидация цифровых моделей биопроцессов?
41. Как проводится верификация биотехнологических симуляций?
42. Что такое чувствительность модели и как её оценивают?
43. Приведите примеры успешного внедрения ИИ в биопроизводство.
44. Какие вызовы стоят перед цифровым проектированием в биотехнологии?
45. Каковы перспективы развития ИИ в синтетической биологии?
46. Как ИИ помогает в дизайне биомолекул?
47. Что такое виртуальные скрининговые платформы в биотехнологии?
48. Как используются графовые нейронные сети в анализе биологических сетей?

49. В чём преимущество гибридных моделей (физика + ИИ) в биомоделировании?
 50. Опишите сценарий применения цифрового проектирования для масштабирования биопроцесса.

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

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенций по дисциплине применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости магистрантов.

В основу традиционной системы положены принципы, в соответствии с которыми формирование оценки за ответ, осуществляется в ходе текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся.

Таблица 7

Критерии оценки успеваемости

Оценка	Критерии
Зачтено	Заслуживает студент, который показал достаточный объем знаний в рамках изучения дисциплины, в ответе использовал научную терминологию, умеет делать выводы без существенных ошибок, владеет инструментарием изучаемой дисциплины, умеет его использовать в решении стандартных задач, ориентируется в основных методиках, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине, выполнил практические задания, сформировал компетенции, умения и навыки.
Не зачтено	Заслуживает студент, который показал не достаточно полный объем знаний в рамках изучения дисциплины, в ответе не использовал научную терминологию, не умеет делать выводы по результатам изучения дисциплины, показывает слабое владение инструментарием изучаемой дисциплины, не умеет ориентироваться в основных методиках, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине, не выполнил практические задания, показывает низкий уровень культуры исполнения заданий, не сформировал компетенции, умения и навыки, отказывается от ответа.

Студенты, получившие за контрольное мероприятие оценку «не зачтено» обязаны пройти его повторно и показать пороговый уровень знаний («зачтено»). Такой подход стимулирует студентов сразу хорошо подготовиться к контрольному мероприятию

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Артемов, М. А. Машинное обучение : учебно-методическое пособие / М. А. Артемов, С. В. Золотарев, Е. С. Барановский. — Воронеж : ВГУ, 2021. —

22 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/455024> (дата обращения: 09.01.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Овчинников, П. Е. Применение искусственных нейронных сетей для обработки сигналов: учебно-методическое пособие / П. Е. Овчинников. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2012. — 32 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153253>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Москвитин, А.А. Данные, информация, знания: методология, теория, технологии : монография / А.А. Москвитин. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 236 с. — ISBN 978-5-8114-3232-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113937> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.2. Дополнительная литература

1. Остроух, А.В. Системы искусственного интеллекта : монография / А.В. Остроух, Н.Е. Суркова. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-3427-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/176662> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Колмогорова, С. С. Основы искусственного интеллекта : учебное пособие для студентов / С. С. Колмогорова. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2023. — 108 с. — ISBN 978-5-9239-1308-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/257804>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.3. Нормативные правовые акты

1. «Гражданский кодекс Российской Федерации (часть четвертая)» от 18.12.2006 N 230-ФЗ (ред. от 18.07.2019). Глава 70. Авторское право.

2. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р.

3. Указ Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы».

4. Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» от 27.07.2006 N 149-ФЗ (последняя редакция).

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет», необходимых для освоения дисциплины (открытый доступ)

Для освоения материала дисциплины рекомендуется использовать следующие Интернет-ресурсы:

<http://www.intuit.ru/> Национальный открытый университет — открытый

доступ.

<http://citfonim.ru/> — Библиотека онлайн — открытый доступ.

<http://book.uml3.ru/> Портал «Моделирование на UML» — открытый доступ

<http://www.interface.ru/> — Портал разработчика систем — открытый доступ.

<http://www.osp.ru/> Издательство «Открытые системы» — открытый доступ

<http://cnet.com/> Портал, посвященный компьютерным технологиям — открытый доступ.

<https://www.pwc.ru/> — Крупнейшее консалтинговое агентство — открытый доступ.

<http://www.rossinc.com> — Сайт корпорации ROSS Systems — открытый доступ.

<http://www.qad.com> — Сайт компании QAD — открытый доступ.

<http://www.microsoft.com> — Сайт компании Microsoft — открытый доступ.

<http://www.sap.com> — Сайт компании SAP — открытый доступ.

<http://www.oracle.ru> — Сайт компании Oracle — открытый доступ.

9. Перечень программного обеспечения

Для проведения практических занятий по дисциплине «Цифровое проектирование и искусственный интеллект в биотехнологии» необходим компьютерный класс, подключенный к сети Интернет, программное обеспечение, перечисленное в таблице 8.

Таблица 8

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование темы учебной программы	Наименование программы	Тип программы	Автор	год разработки
1	Тема 1-3	Google Chrome	web-браузер	Google	2022 или выше
		Консультант Плюс, Гарант	правочно-правовая	Консультант-Плюс, Гарант	2021 или выше
		MS Office	пакет приложений	Microsoft Co	2016 или выше
		NetOp School	контролирующая	NetOp	2020 или выше

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

Лекции проводятся в специализированной аудитории, оборудованной мультимедийным проектором для демонстрации компьютерных презентаций.

Для проведения практических занятий по дисциплине «Цифровое проектирование и искусственный интеллект в биотехнологии» необходима компьютерная аудитория.

Таблица 11

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
Аудитория для проведения занятий лекционного типа № 32, уч. корпус № 21	Видеопроектор 3500 Лм, Ноутбук HP 15-da0065ur, 15.6", Intel Pentium
Аудитория для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации № 32, уч. корп. № 21	Видеопроектор 3500 Лм, Ноутбук HP 15-da0065ur, 15.6", Intel Pentium

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Аудитория для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации № 36, уч. корп. № 21	Видеопроектор 3500 Лм, Ноутбук HP 15-da0065ur, 15.6", Intel Pentium
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова	Читальные залы библиотеки
Общежитие № 7	Комната для самоподготовки

11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Посещение лекционных (с конспектированием рассматриваемых вопросов) и практических занятий (с выполнением практических работ), а также проработка рекомендуемой литературы являются необходимым и достаточным условием для получения необходимых знаний, практических умений и навыков по изучаемой дисциплине.

Подготовка студентов к занятиям носит индивидуальный характер, но такая подготовка должна включать изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы, что позволяет усвоить необходимые знания по изучаемой теме. Для получения консультаций по вопросам, ответы на которые студент не смог найти в процессе проработки материалов, предусмотрено внеаудиторное время.

Самостоятельная работа студентов организуется в соответствии с методическими указаниями и должна быть выполнена в объеме, предусмотренном данной рабочей программой. Самостоятельная работа формирует навыки поиска необходимой информации и способствует лучшему усвоению материала.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятие лекционного типа, обязан отработать его в одной из следующих форм:

- индивидуальная консультация по инициативе студента (рекомендуемая форма);
- индивидуальная проработка студентом лекционного материала по рекомендуемой литературе, компьютерным презентациям и конспектам, выполненным другими студентами, с последующим устным опросом;
- реферат на тему, предложенную преподавателем.

Трудоемкость реферата не может превышать количества часов лекционных занятий, пропущенных студентом. Рекомендуемый объем реферата – не более 10 страниц. Оригинальность реферата проверяется. По требованию преподавателя студент должен быть готов представить доказательства оригинальности реферата (например, ксерокопии использованных источников, сайты в сети Интернет, копии библиотечных абонентских карточек и др.), а также объяснить значения терминов, встречающихся в реферате.

С разрешения преподавателя студент имеет право отработать пропущенное практическое задание самостоятельно и отчитаться по нему на ближайшем

практическом занятии (если это не противоречит его плану) либо во время, назначенное преподавателем для индивидуальных консультаций.

Если самостоятельная отработка практической работы невозможна по техническим причинам либо в связи с недостаточной подготовленностью студента, то кафедра прикладной информатики организует дополнительное практическое занятие для всех студентов, не выполнивших практические работы в срок и не отработавших их самостоятельно.

Пропуск занятия по документально подтвержденной деканатом уважительной причине не является основанием для снижения оценки выполненной практической работы.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Для обеспечения большей наглядности лекционные занятия должны проводиться в аудиториях, оборудованных проекционной аппаратурой для демонстрации компьютерных презентаций. По каждой теме (вопросу) преподаватель должен сформировать список рекомендуемой литературы.

Начало практических занятий следует отводить под обсуждение вопросов студентов по содержанию и методике выполнения практических работ. Допускается при таком обсуждении использование одной из технологий интерактивного обучения. Для проведения индивидуальных консультаций должно быть предусмотрено внеаудиторное время.

При проведении практических занятий для формирования необходимых компетенций следует использовать активные и интерактивные образовательные технологии, описанные в п. 5 данной рабочей программы.

Невыполнение требований к практическим заданиям является основанием для повторного выполнения практической работы с измененным вариантом заданий и снижения оценки.

Контроль знаний студентов проводится в формах текущей аттестаций. Текущая аттестация студентов проводится постоянно на практических занятиях с помощью контроля результатов выполнения практических и тестовых заданий, устного опроса, а также на контрольной неделе.

Программу разработал:
Пчелинцева С.В., к.т.н.



(подпись)

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.О.02 «Цифровое проектирование и искусственный интеллект в биотехнологии» ОПОП ВО по направлению 19.04.01. «Биотехнология», направленность «Биоинженерия и клеточная биотехнология» (квалификация выпускника – магистр)

Ашмарина Татьяна Игоревна, к.э.н., ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, доцент (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Искусственный интеллект в АПК» ОПОП ВО по направлению 19.04.01. «Биотехнология», направленность «Биоинженерия и клеточная биотехнология» (магистратура) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре прикладной информатики, разработчик – Пчелинцева С.В., к.т.н.

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Цифровое проектирование и искусственный интеллект в биотехнологии» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 19.04.01. «Биотехнология». 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.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 19.04.01. «Биотехнология».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «м» закреплено 4 компетенции (9 индикаторов). Дисциплина «Цифровое проектирование и искусственный интеллект в биотехнологии» 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 «Цифровое проектирование и искусственный интеллект в биотехнологии» составляет 72 часа / 2 зач.ед..

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Цифровое проектирование и искусственный интеллект в биотехнологии» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 19.04.01. Биотехнология 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. Программа дисциплины «Цифровое проектирование и искусственный интеллект в биотехнологии» предполагает проведение занятий в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 19.04.01. Биотехнология.

11. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (устный опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и защита практических работ), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений ФГОС ВО направления 19.04.01. Биотехнология.

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

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источника, дополнительной литературой – 2 наименования и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 19.04.01. Биотехнология.

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Цифровое проектирование и искусственный интеллект в биотехнологии» 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 «Цифровое проектирование и искусственный интеллект в биотехнологии».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенного рецензирования можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Цифровое проектирование и искусственный интеллект в биотехнологии» ОПОП ВО по направлению 19.04.01. Биотехнология, направленность «Биоинженерия и клеточная биотехнология» (квалификация выпускника – магистр), разработанная Пчелинцевой С.В., к.т.н., доцентом, соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Ашмарина Т.И., к.э.н., доцент _____
(подпись)



«25» июня 2025 г.