

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы
биологической и медицинской
физики**

Д.В. Кузьмин

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Прикладной искусственный интеллект и управление стрессом живых систем
по направлению:	Биотехнология
профиль подготовки:	Биотехнология и биомедицинская информатика Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики кафедра биотехнологий и инженерии биосистем
курс:	1
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: А.А. Кочкаров, д-р техн. наук, профессор

Программа обсуждена на заседании кафедры биотехнологий и инженерии биосистем 26.02.2025

Аннотация

Курс направлен на формирование теоретических знаний и практических навыков по применению современных технологий искусственного интеллекта (ИИ) для исследования биологических систем. Студенты освоят методы машинного и глубокого обучения, цифровые технологии мониторинга и анализа данных, а также научатся работать с автоматизированным оборудованием (биореакторы, умные теплицы). В рамках курса рассматриваются такие темы, как цифровые двойники, исследование стресса растений, управление биотехнологическими процессами и применение ИИ в предсказательном здравоохранении. Курс предназначен для студентов и специалистов в области биотехнологии, агротехнологий и биоинформатики.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Формирование теоретических знаний и практических навыков по применению современных технологий Искусственного интеллекта в исследованиях биологических систем.

Задачи дисциплины

Формирование комплекса знаний и навыков по применению цифровых технологии мониторинга (сбора оптимальных наборов данных, технического зрения) и технологий Искусственного интеллекта (моделей машинного и глубокого обучения) для исследования широкого спектра биологических систем (консорциумы, бактерий, культурные и сельскохозяйственные растения) и изучения воздействия на них в искусственной контролируемой среде (биореакторы, умные теплицы).

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-2 Способен управлять исследовательским проектом на всех этапах его реализации	УК-2.4 Представляет публично результаты проекта (или отдельных его этапов) в форме отчетов, статей, выступлений на научно-практических конференциях, семинарах и т.п.
	УК-2.3 Способен организовать и координировать работу участников проекта, обеспечивать работу команды необходимыми ресурсами
	УК-2.2 Способен прогнозировать результат деятельности и планировать последовательность шагов для достижения данного результата. Формирует план-график реализации проекта в целом и план контроля его выполнения
	УК-2.1 Формулирует в рамках обозначенной проблемы, цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области биологических и физико-математических наук	ОПК-1.4 Способен планировать, организовывать и проводить научно-исследовательские работы в области биотехнологии, проводить корректную обработку результатов экспериментов и делать обоснованные заключения и выводы
	ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в областях химии, биологии, математики и физики и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности

	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области биологических и физико-математических наук
ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области профессиональной деятельности, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-3.5 Владеет навыками проектирования новых биотехнологических решений для поставленных научно-технических и технологических задач
	ОПК-3.4 Способен к профессиональной эксплуатации и модернизации современного технологического оборудования для осуществления биотехнологических процессов
	ОПК-3.3 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений
	ОПК-3.2 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники)
	ОПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основы теории интеллектуальных систем;
- основы теории стресса растений;
- основы микробиологии и биотехнологии;
- основы анализа данных и машинного обучения.

уметь:

- использовать прикладные сервисы анализа данных и машинного обучения в решении профильных задач;
- использовать специализированные библиотеки языков программирования для построения моделей глубокого обучения;
- использовать методики организации сбора структурированных экспериментальных данных;

владеть:

- навыками работы на современном автоматизированном оборудовании с дистанционным доступом;
- базовыми навыками программирования и использования специализированных библиотек;
- базовыми навыками интерпретации результатов экспериментальных исследований;
- навыками научной визуализации.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Теория интеллектуальных систем и технологии ИИ		5		5
2	Прикладной ИИ в исследованиях и отраслевых проектах		5		5

3	Цифровые двойники биотехнологического и агротехнического оборудования		5		5
4	Прикладной ИИ для исследования стресса растений в искусственной среде		5		5
5	Прикладной ИИ в управлении и мониторинге процессов биореакторных установок		5		5
6	Прикладной ИИ и предсказательное здравоохранение		5		5
Итого часов			30		30
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 2 (Весенний)

1. Теория интеллектуальных систем и технологии ИИ

Основы построения интеллектуальных систем. Системы мониторинга реального времени. Современный этап развития прикладного ИИ. Эксперименты и доказательность результатов с применением технологий ИИ.

2. Прикладной ИИ в исследованиях и отраслевых проектах

Большие данные и интенсивные потоки данных. Математические и технологические основы прикладного ИИ. Машинное и глубокое обучение. Техническое зрение в исследовательских и прикладных задачах. Основные сервисы, языки программирования и библиотеки прикладного ИИ.

3. Цифровые двойники биотехнологического и агротехнического оборудования

Проектирование и разработка цифровых двойников биотехнологического оборудования и опытно-экспериментальных установок. Синтетические данные и их генерация. Биореакторы: производственные, опытно-экспериментальные, и исследовательские. Установки искусственной среды для исследования стресса растений.

4. Прикладной ИИ для исследования стресса растений в искусственной среде

Биотический и абиотический стресс растений. Продуктивность растений в искусственной контролируемой среде. Анализ биохимических и визуальных данных растений, выращиваемых в искусственной среде.

5. Прикладной ИИ в управлении и мониторинге процессов биореакторных установок

Мониторинг биотехнологических процессов в масштабе реального времени. Анализ физико-технических и визуальных данных биотехнологических процессов с применением ИИ. Адаптивное управление биореакторными установками с применением ИИ.

6. Прикладной ИИ и предсказательное здравоохранение

Особенности сбора и анализа данных о состоянии человека. Психометрические и биохимические данные о состоянии человека. Платформенные решения и предсказательные модели прикладного ИИ в здравоохранении

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

Предоставляется на кафедре:

1. Просиз Дж. Прикладное машинное обучение и искусственный интеллект для инженеров. – Спб.: БХВ-Петербург, 2024.
2. Панов А. И. Введение в методы машинного обучения с подкреплением: учебное пособие. – М.: МФТИ, 2019.
3. Рамсундар Б., Истман П. Глубокое обучение в биологии и медицине. – М.: ДМК Пресс, 2020.
4. Калашникова Е.А. Основы биотехнологии : учебное пособие / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко. – Москва : Издательство РГАУ-МСХА, 2016.

Дополнительная литература

Предоставляется на кафедре:

1. Антипов С.Т. и др. Конструирование биореакторов будущего пищевых технологий (научно-прикладные аспекты). Учебник для вузов. – М.: Лань, 2022.
2. Меледина Т.В., Иванова В.А., Федоров А.В. Аппаратурно-методическая база экспериментов в области пищевой биотехнологии продуктов из растительного сырья. Учебное пособие. – Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2017.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Авторское программное обеспечение по управлению параметрами освещения в установке искусственной среды – i-Sole - <https://i-sole.fbras.ru>.
2. Образовательная платформа Юрайт - <https://urait.ru>.
3. Специализированное прикладное программное обеспечение свободного распространения

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Для части занятий потребуется Zoom. Google Drive для доступа к материалам курса.
Приветствуется наличие во время занятий смартфонов/ноутбуков для участия в интерактивных упражнениях.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Студент, изучающий дисциплину, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике. В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения дисциплины, уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
- ведения конспекта занятий;
- напряжённой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях;
- подготовку к выполнению заданий текущей и промежуточной аттестации.

Показателем владения материалом служит умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к преподавателю.

Возможен промежуточный контроль знаний студентов в виде решения задач в соответствии с тематикой занятий.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Биотехнология
профиль подготовки:	Биотехнология и биомедицинская информатика Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики кафедра биотехнологий и инженерии биосистем
курс:	<u>1</u>
квалификация:	магистр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Экзамен	
Разработчик:	А.А. Кочкаров, д-р техн. наук, профессор

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-2 Способен управлять исследовательским проектом на всех этапах его реализации	УК-2.4 Представляет публично результаты проекта (или отдельных его этапов) в форме отчетов, статей, выступлений на научно-практических конференциях, семинарах и т.п.
	УК-2.3 Способен организовать и координировать работу участников проекта, обеспечивать работу команды необходимыми ресурсами
	УК-2.2 Способен прогнозировать результат деятельности и планировать последовательность шагов для достижения данного результата. Формирует план-график реализации проекта в целом и план контроля его выполнения
	УК-2.1 Формулирует в рамках обозначенной проблемы, цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области биологических и физико-математических наук	ОПК-1.4 Способен планировать, организовывать и проводить научно-исследовательские работы в области биотехнологии, проводить корректную обработку результатов экспериментов и делать обоснованные заключения и выводы
	ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в областях химии, биологии, математики и физики и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области биологических и физико-математических наук
ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области профессиональной деятельности, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-3.5 Владеет навыками проектирования новых биотехнологических решений для поставленных научно-технических и технологических задач
	ОПК-3.4 Способен к профессиональной эксплуатации и модернизации современного технологического оборудования для осуществления биотехнологических процессов
	ОПК-3.3 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений
	ОПК-3.2 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники)
	ОПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Прикладной искусственный интеллект и управление стрессом живых систем» обучающийся должен:

знать:

основы теории интеллектуальных систем;
основы теории стресса растений;
основы микробиологии и биотехнологии;
основы анализа данных и машинного обучения.

уметь:

использовать прикладные сервисы анализа данных и машинного обучения в решении профильных задач;
использовать специализированные библиотеки языков программирования для построения моделей глубокого обучения;
использовать методики организации сбора структурированных экспериментальных данных;

владеть:

навыками работы на современном автоматизированном оборудовании с дистанционным доступом;
базовыми навыками программирования и использования специализированных библиотек;
базовыми навыками интерпретации результатов экспериментальных исследований;
навыками научной визуализации.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Во время текущего контроля студент должен уметь ответить на следующие вопросы:

1. Методы анализ интенсивных потоков биологических и биотехнологических данных
2. Теоретические основы прикладного ИИ и интеллектуальные системы
3. Модели и параметры настройки машинное и глубокое обеспечение
4. Особенности сбора и структурирования экспериментальных и лабораторных данных
5. Особенности планирования лабораторных экспериментов для сбора структурированных данных и дальнейшего применения технологии ИИ
6. Основные библиотеки и сервисы машинного и глубокого обучения
7. Принципы проектирования лабораторных и экспериментальных установок для сбора данных о биотехнологических и агротехнических процессах
8. Основные принципы проектирования и управления установками искусственной среды для выращивания растений
9. Основные принципы проектирования систем управления и контроля биореакторных установок
10. Принципы и методики использования прикладного ИИ в системах адаптивного управления экспериментальными и производственными биотехнологическими установками

Во время занятий могут проходить интерактивные обсуждения в чатах курса, что будет являться домашним заданием. Возможно выполнение патентного поиска в качестве самостоятельной задачи. Успешное выполнение всех заданий по курсу и выполнение контрольных срезов знаний дает преимущество на экзамене.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Билеты составляются из типовых вопросов курса:

1. Принципы синтеза данных для использования в моделях машинного и глубокого обучения
2. Цифровые двойники лабораторного и экспериментального биотехнологического оборудования
3. Сервисное и специализированное прикладное программное обеспечение для анализа визуальных данных био- и биотех-профиля
4. Предсказательные модели (прикладного ИИ) продуктивности растений (вторичных метаболитов)

5. Принципы управления биотехнологическим оборудованием в масштабе реального времени с применением технологий ИИ
6. Принципы и методики сбора больших данных (медицинских, биологических, биохимических, визуальных, физико-технических) из открытых источников (базы данных, социальные сети)
7. Основные принципы и методики использования глубокого обучения в микроскопии
8. Генеративные модели и их применение в проектировании макромолекул
9. Применение параллельных вычислений и высокопроизводительных вычислительных кластеров при решении задач биологической, химической, и биотехнологической направленности
10. Платформенный подход к сбору и анализу больших и интенсивных потоков биотехнологических и агротехнологических данных

Примеры билетов:

Билет №1

1. Предсказательные модели (прикладного ИИ) продуктивности растений (вторичных метаболитов)
2. Принципы управления биотехнологическим оборудованием в масштабе реального времени с применением технологий ИИ

Билет №2

1. Основные принципы и методики использования глубокого обучения в микроскопии
2. Генеративные модели и их применение в проектировании макромолекул

Критерии оценивания

Оценка отлично (10 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (9 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (8 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо (7 баллов) - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо (6 баллов) - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо (5 баллов) - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно (4 балла) - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно (3 балла) - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно (2 балла) - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно (1 балл) - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется 60 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать одного астрономического часа.