

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

УТВЕРЖДЕНО
Проректор по учебной работе

А.А. Воронов

| | |
|----------------------------|---|
| | Рабочая программа дисциплины (модуля) |
| по дисциплине: | Цифровая трансформация здравоохранения |
| по направлению: | Прикладные математика и физика |
| профиль подготовки: | Цифровая трансформация в управлении здравоохранением центр науки и технологий искусственного интеллекта кафедра инновационной фармацевтики, медицинской техники и биотехнологии |
| курс: | 1 |
| квалификация: | магистр |

Семестры, формы промежуточной аттестации:

- 1 (осенний) - Дифференцированный зачет
- 2 (весенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 90 всего, в том числе:

- лекции: 90 час.
- семинары: 0 час.
- лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 105 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 225, всего зач. ед.: 5

Программу составили:

А.В. Мелерзанов, канд. мед. наук

Н.В. Востокова, канд. фармацевт. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры инновационной фармацевтики, медицинской техники и биотехнологии 04.06.2020

Аннотация

Целью дисциплины является изучение основных принципов разработки лекарственных средств и медицинских приложений, формирование умений и навыков статистической обработки результатов клинических исследований на языке программирования (R/Python), изучение возможностей применения алгоритмов искусственного интеллекта для решения задач в индустрии здравоохранения. Студент после освоения курса будет понимать программы и методики технических испытаний, классификацию медицинских изделий по виду и степени контакта с организмом человека, проблемы оценки безопасности, эффективности и качества медицинских изделий, работающих в диапазоне крайне низких и крайне высоких частота.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Освоение основных принципов использования подходов и методик искусственного интеллекта для решения медицинских задач.

Задачи дисциплины

- дать понимание о существующих проблемах в индустрии здравоохранения и подходах к их решению с использованием машинного обучения и искусственного интеллекта;
- дать понимание основных принципов разработки дизайна клинического исследования;
- обучить навыкам статистической обработки результатов клинических исследований.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

| Код и наименование компетенции | Индикаторы достижения компетенции |
|--|---|
| УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки | УК-6.1 Умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности |
| | УК-6.2 Оценивает свою деятельность, соотносит цели, способы и средства выполнения деятельности с её результатами |
| ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук | ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук |
| | ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности |
| | ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в области математики и физики и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности |
| ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи | ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности |
| | ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость |
| | ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации |
| ОПК-3 Способен выбирать и (или) | ОПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения |

| | |
|---|--|
| разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области профессиональной деятельности, учитывая особенности и ограничения различных методов решения | ОПК-3.2 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники) |
| | ОПК-3.3 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений |
| ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты | ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности |
| | ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели |
| | ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты |
| ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области | ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ) |
| | ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ) |
| | ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов |
| ПК-8 Способность применять методы планирования исследований и экспериментов при выполнении проектов и заданий в избранной предметной области | ПК-8.1 Знает теоретические основы планирования исследований и экспериментов в избранной предметной области |
| | ПК-8.2 Умеет применять теоретические знания к построению программ исследований и экспериментов при выполнении конкретных проектов и заданий |
| | ПК-8.3 Владеет методами планирования исследований и экспериментов в избранной предметной области |

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- фундаментальные понятия и принципы работы методов искусственного интеллекта
- современные проблемы применения методов искусственного интеллекта для решения различных медицинских задач (обработка медицинских изображений, системы поддержки принятия врачебных решений, анализ текстов медицинской тематики на естественном языке);
- принципы и подходы в создании и развитии создания медицинских сервисов и продуктов с применением технологий искусственного интеллекта
- правовые и этические аспекты применения искусственного интеллекта для решения медицинских задач, законодательное регулирование.

уметь:

- ставить цели и задачи для разработок с применением технологий искусственного интеллекта в медицине, понимать поставленные цели и задачи;
- использовать свои знания для решения задач и построения технологий применения искусственного интеллекта в медицине;
- оценивать корректность постановок задач и строить алгоритмы достижения их оптимального решения в различных (в том числе меняющихся) условиях;
- применять полученные фундаментальные знания в прикладных целях применения технологий искусственного интеллекта для решения задач практической медицины;

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых знаний, умений и навыков;
- культурой работы в команде и умением выстраивать систему взаимодействия с контрагентами;
- терминологией, включая юридические и финансовые термины в достаточном объеме.

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 | Анализ медицинских изображений | 20 | | | 25 |
| 2 | Методы ИИ в обработке медицинских изображений | 20 | | | 25 |
| 3 | Основные принципы построения СППВР | 20 | | | 25 |
| 4 | Область применения СППВР, основанных на методах нечеткой логики | 6 | | | 6 |
| 5 | Анализ медицинских текстов | 6 | | | 6 |
| 6 | Нормативные аспекты применения технологий искусственного интеллекта | 6 | | | 6 |
| 7 | Особенности разработки и тестирования медицинских устройств | 6 | | | 6 |
| 8 | ИИ в фармацевтической промышленности | 6 | | | 6 |
| Итого часов | | 90 | | | 105 |
| Подготовка к экзамену | | 30 час. | | | |
| Общая трудоёмкость | | 225 час., 5 зач.ед. | | | |

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

Семестр: 1 (Осенний)

1. Анализ медицинских изображений

Анализ медицинских изображений.

Виды медицинских изображений. Стандарты представления данных. Задачи компьютерного зрения в медицине.

2. Методы ИИ в обработке медицинских изображений

Подготовка данных. Методы ИИ в обработке медицинских изображений.

Проблемы разметки данных, построение эксперимента. Коллективная разметка. Стандартные подходы к препроцессингу данных. Классические модели. Модели глубокого обучения. Проблемы каждой модели. Тюнинг моделей

3. Основные принципы построения СППВР

Системы поддержки принятия решений в медицине. Методы инженерии знаний для построения сервисов СППВР

Основные принципы построения СППВР.

Типовые задачи, решаемые с помощью СППР в медицинской практике

Преимущества и недостатки Систем, построенных на различных принципах: логика предикатов, нечеткая логика, нейронные сети, гибридные технологии.

Примеры сервисов СППВР, построенных с использованием методов инженерии знаний.

Семестр: 2 (Весенний)

4. Область применения СППВР, основанных на методах нечеткой логики

Использование методов нечеткой логики для построения СППВР

Область применения СППВР, основанных на методах нечеткой логики.

Байесовские сети. Методология построения БС для диагностики заболеваний.

Подходы к валидации моделей.

5. Анализ медицинских текстов

Анализ медицинских текстов на естественном языке с применением технологий искусственного интеллекта

6. Нормативные аспекты применения технологий искусственного интеллекта

Нормативные аспекты применения технологий искусственного интеллекта в медицине. Этические проблемы.

Действующая нормативная база. Перспективы изменения нормативной базы по применению ИИ в медицине. История робоэтики. Этика больших данных. Этика человеко-компьютерных систем. «Сильный» искусственный интеллект и машинная мораль.

7. Особенности разработки и тестирования медицинских устройств

Особенности разработки и тестирования медицинских устройств и продуктов на база технологий ИИ.

От первых проверочных гипотез к реальной клинической практике – классические подходы и применение технологий ИИ.

8. ИИ в фармацевтической промышленности

ИИ в фармацевтической промышленности

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

Литературу предоставляет кафедра:

1. Hernandez-Boussard et al. - Real world evidence in cardiovascular medicine: ensuring data validity in electronic health record-based studies // Journal of the American Medical Informatics Association, 26(11), 2019, 1189–1194
2. Гольдина Т.А., Суворов Н.И., Ремизова А.В., Жигунова Д.С., Морылева О.Н., Кречиков В.А., Мурашко И.С. - Юридические аспекты проведения неинтервенционных исследований // Медицинские технологии. Оценка и выбор. 2019;(4):40–48.

Дополнительная литература

Курсы и материалы по машинному обучению:

1. https://lectoriy.mipt.ru/course/Data_Mining_in_Action
2. <https://www.coursera.org/specializations/machine-learning-data-analysis>
3. <https://ods.ai/>
4. <http://edu.ipavlov.ai/>
5. <https://www.fast.ai/>
6. <https://www.deeplearning.ai/>
7. <https://stepik.org/course/4852/syllabus>
8. <https://www.kaggle.com/>

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

1. Сайт: <https://www.ema.europa.eu/>
2. Сайт: <https://www.ich.org/>
3. Сайт: <http://grls.rosminzdrav.ru/Default.aspx>

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;
- 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: | Прикладные математика и физика |
| профиль подготовки: | Цифровая трансформация в управлении здравоохранением центр науки и технологий искусственного интеллекта кафедра инновационной фармацевтики, медицинской техники и биотехнологии |
| курс: | 1 |
| квалификация: | магистр |

Семестры, формы промежуточной аттестации:

- 1 (осенний) - Дифференцированный зачет
- 2 (весенний) - Экзамен

Разработчики:

А.В. Мелерзанов, канд. мед. наук

Н.В. Востокова, канд. фармацевт. наук

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

| Код и наименование компетенции | Индикаторы достижения компетенции |
|---|---|
| УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки | УК-6.1 Умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности |
| | УК-6.2 Оценивает свою деятельность, соотносит цели, способы и средства выполнения деятельности с её результатами |
| ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук | ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук |
| | ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности |
| | ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в области математики и физики и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности |
| ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи | ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности |
| | ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость |
| | ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации |
| 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-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения |
| | ОПК-3.2 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники) |
| | ОПК-3.3 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений |
| ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты | ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности |
| | ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели |
| | ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты |
| ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области | ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ) |
| | ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ) |

| | |
|--|---|
| программ) в избранной предметной области | ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов |
| ПК-8 Способность применять методы планирования исследований и экспериментов при выполнении проектов и заданий в избранной предметной области | ПК-8.1 Знает теоретические основы планирования исследований и экспериментов в избранной предметной области |
| | ПК-8.2 Умеет применять теоретические знания к построению программ исследований и экспериментов при выполнении конкретных проектов и заданий |
| | ПК-8.3 Владеет методами планирования исследований и экспериментов в избранной предметной области |

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Цифровая трансформация здравоохранения» обучающийся должен:

знать:

- фундаментальные понятия и принципы работы методов искусственного интеллекта
- современные проблемы применения методов искусственного интеллекта для решения различных медицинских задач (обработка медицинских изображений, системы поддержки принятия врачебных решений, анализ текстов медицинской тематики на естественном языке);
- принципы и подходы в создании и развитии создания медицинских сервисов и продуктов с применением технологий искусственного интеллекта
- правовые и этические аспекты применения искусственного интеллекта для решения медицинских задач, законодательное регулирование.

уметь:

- ставить цели и задачи для разработок с применением технологий искусственного интеллекта в медицине, понимать поставленные цели и задачи;
- использовать свои знания для решения задач и построения технологий применения искусственного интеллекта в медицине;
- оценивать корректность постановок задач и строить алгоритмы достижения их оптимального решения в различных (в том числе меняющихся) условиях;
- применять полученные фундаментальные знания в прикладных целях применения технологий искусственного интеллекта для решения задач практической медицины;

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых знаний, умений и навыков;
- культурой работы в команде и умением выстраивать систему взаимодействия с контрагентами;
- терминологией, включая юридические и финансовые термины в достаточном объеме.

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

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

1. Основные принципы клинической разработки лекарственных препаратов
2. Планирование клинического исследования
3. Рандомизация пациентов при помощи алгоритмов на Python
4. Статистическая гипотеза клинического исследования
5. Расчёт выборки под гипотезы превосходства
6. Расчёта выборки для сравнения выживаемости
7. Оценка результатов клинического исследования

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 дифференцированном зачете и экзамене.

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

Дифференцированный зачет:

1. Основные принципы клинической разработки лекарственных препаратов
2. Планирование клинического исследования
3. Рандомизация пациентов при помощи алгоритмов на Python
4. Статистическая гипотеза клинического исследования
5. Расчёт выборки под гипотезы превосходства
6. Расчёта выборки для сравнения выживаемости
7. Оценка результатов клинического исследования
8. Общие принципы написания SAP
9. Особенности разработки онкологических препаратов

Экзамен:

1. ИИ в медицине: цели, задачи и направления использования
2. История медицинской информатики в человеческом измерении
3. Применение ИИ для анализа рисков в кардиологии
4. Данные рутинной практики (Real World Data)
5. NLP в медицине и здравоохранении
6. 7. SaMD и данные в медицине
7. ИИ в обработке медицинских изображений. Случай двумерных изображений (рентген, гистология).
8. Обработка трехмерных изображений (КТ, МРТ). Обзор моделей.
9. Эксплуатация особенностей данных для снижения сложности расчетов.

Билет 1.

1. SaMD и данные в медицине
2. Оценка результатов клинического исследования

Билет 2

1. Расчёт выборки под гипотезы превосходства
2. Применение ИИ для анализа рисков в кардиологии

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

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и опыта навыков деятельности осуществляется в период промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета. Зачет проходит в форме "вопрос-ответ", где вопросы задаются из заранее утвержденного перечня вопросов.

По решению кафедры оценка знаний навыков и умений и опыта деятельности может осуществляться в ходе текущего контроля, во время семинаров, практических занятий, либо по результатам самостоятельной работы студентов с использованием фондов оценочных средств, дифференцированных по показателям обучения по дисциплине. При проведении экзамена обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету не должен превышать одного астрономического часа.

При проведении устного дифференцированного зачета обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном дифференцированном зачете не должен превышать одного астрономического часа.