

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

**УТВЕРЖДЕНО**  
**Проректор по учебной работе**

**В.М. Говорун**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Моделирование и анализ данных
<b>по направлению:</b>	Биотехнология
<b>профиль подготовки:</b>	Системная и синтетическая биология Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики кафедра системной и синтетической биологии
<b>курс:</b>	4
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

7 (осенний) - Зачет

8 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 60 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 75 час.

Всего часов: 135, всего зач. ед.: 3

Программу составил: В.М. Говорун, д-р биол. наук, профессор

Программа обсуждена на заседании кафедры системной и синтетической биологии 11.04.2024

## Аннотация

Дисциплина направлена на предоставление учащимся целостного понимания современных методов и инструментов анализа экспериментальных результатов, с особым акцентом на статистическое и байесовское моделирование. Курс нацелен на развитие критического мышления и навыков решения сложных аналитических задач, которые необходимы для эффективной работы с экспериментальными данными и сложными наборами данных в различных областях науки.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

- является получение студентами целостного представления о методах современного анализа экспериментальных результатов.

#### Задачи дисциплины

- овладеть базовыми навыками программирования на языке R для статистической обработки и визуализации данных;
- освоить байесовский подход в анализе данных, включая понимание его философии и технических аспектов;
- ознакомиться с современными байесовскими подходами и методами сэмплирования вероятностного пространства;
- рассмотреть подходы к обнаружению зависимостей в омиксных данных и возможные причины ложных зависимостей;
- научиться применить преобразования данных для борьбы с композиционностью в экспериментальных данных.

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Знает и умеет применять численные математические методы и прикладное программное обеспечение для решения научных задач в профессиональной области
	ОПК-2.3 Знает основные требования информационной безопасности
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.1 Владеет фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики и биологии
	ПК-1.2 Имеет глубокое знание и понимание базовых математических дисциплин
	ПК-1.3 Владеет методами наблюдения, описания, идентификации и научной классификации биологических объектов
	ПК-2.1 Владеет методами статистической обработки и анализа научных данных

ПК-2 Способен анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения)	ПК-2.2 Умеет находить ключевые параметры, определяющие изучаемое явление, и производить численные оценки по порядку величины
	ПК-2.3 Способен представлять научные утверждения, их обоснования и доказательства, научные проблемы и их решения ясно и точно в терминах, понятных для профессиональной аудитории в письменной и устной форме
ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	ПК-3.1 Знает принципы работы и диапазоны рабочих параметров используемого научного оборудования
	ПК-3.2 Знает области и критерии применимости используемых теоретических подходов и умение оценивать точность приближенных аналитических методов вычислений
	ПК-3.3 Умеет производить оценку точности численных методов, используемых на ЭВМ, вычислительной сложности используемых алгоритмов и объема требуемых вычислительных ресурсов
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.2 Знает источники происхождения и умеет производить оценку погрешности измерений и достоверности экспериментальных результатов
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- теорию вероятностей;
- язык R;
- основы биостатистики.

уметь:

- использовать статистические инструменты и анализировать результаты экспериментальной деятельности в живых системах.

владеть:

- полученные знания и умения должны быть использованы для построения расчетов для биомедицинских продуктов.

### 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 вероятностей для практиков.		6		2
2	Настройка среды.		6		2
3	Статистика для практики.		6		2
4	Генерация данных и проведение статистического анализа.		4		2
5	Байесовский подход в анализе данных.		4		2

6	Линейные модели.		4		5
7	Анализ зависимостей.		2		8
8	Создание данных и воспроизведение классических источников артефактных зависимостей.		4		8
9	Поиск надежных ассоциаций в омиксных данных.		3		8
10	Визуализация, анализ дифференциальной представленности.		4		6
11	Преобразования CLR, ILR, ALR.		5		8
12	Создание и анализ композиционные данные при помощи преобразований CLR.		4		8
13	Метод конформного предсказания (conformal prediction).		4		8
14	Применение больших языковых моделей для анализа биологических данных.		4		6
Итого часов			60		75
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		135 час., 3 зач.ед.			

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

Семестр: 7 (Осенний)

##### 1. Теория вероятностей для практиков.

Теория вероятностей для практиков. Что понадобится в научной жизни. Случайные события, случайные величины, их свойства и операции над ними.

##### 2. Настройка среды.

Настройка среды. Синтаксис R для начинающих. Основные способы визуализации данных в R

##### 3. Статистика для практики.

Статистика для практики. Параметрический и непараметрические методы.

##### 4. Генерация данных и проведение статистического анализа.

Генерация данных и проведение статистического анализа, сравнение мощности t-test-a и теста Манна-Уитни.

##### 5. Байесовский подход в анализе данных.

Моделирование данных с линейной зависимостью, анализ методом наименьших квадратов. Создание программы для воспроизведения парадокса Монти Холла.

##### 6. Линейные модели.

Еще раз о линейных моделях. Байесовский анализ как способ оценки уверенности в оценках. Реализация brute-force подход для Байесовского линейного анализа.

7. Анализ зависимостей.

Как не обмануть себя при анализе зависимостей. Confounding, Collider и M- Bias.

8. Создание данных и воспроизведение классических источников артефактных зависимостей.

Информационные критерии сравнения моделей: BIC и AIC. Сравнение моделей на практике.

9. Поиск надежных ассоциаций в омиксных данных.

Поиск надежных ассоциаций в омиксных данных. Базовые принципы. Поиск надежных ассоциаций в омиксных данных. Современные методы в практике.

10. Визуализация, анализ дифференциальной представленности.

Визуализация, анализ дифференциальной представленности. Анализ дифференциальной представленности, продолжение. Сетевой анализ.

11. Преобразования CLR, ILR, ALR.

Преобразование данных для борьбы с их композиционностью. Преобразования CLR, ILR, ALR.

12. Создание и анализ композиционные данные при помощи преобразований CLR.

Создание и анализ композиционные данные при помощи преобразований CLR. Методы. Регулярные выражения. Массивы данных. Анализ данных.

13. Метод конформного предсказания (conformal prediction).

Оценка уровня неопределенности в моделях машинного обучения при помощи конформного предсказания. Практическая реализация метода конформного предсказания (conformal prediction).

14. Применение больших языковых моделей для анализа биологических данных.

Применение больших языковых моделей для анализа биологических данных. Теория и практика. Генеративные языковые модели и их применение. Аналогии между биополимерами и привычными текстами, которые позволяют применять языковые модели к белкам и ДНК.

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

Учебные аудитории, оснащенные мультимедийным оборудованием (экран, проектор, аудио и видеоаппаратура, ноутбук с подключением к сети «Интернет», микрофоны).

**6. Перечень рекомендуемой литературы**

Основная литература

литература предоставлена базовой кафедрой

McElreath, Richard. Statistical rethinking: A Bayesian course with examples in R and Stan. Chapman and Hall/CRC, 2018.

Методическое пособие к школе NGS2015 (А.И. Манолов, А.В. Тяхт, А.С. Попенко, Б.А. Коварский, Т.И. Шашкова, О.Е. Глущенко, А.В. Каныгина, Д.Г. Алексеев)

Трофимова, Е. А. Кисляк, Н. В. Гилев, Д. В. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие

Золотарюк А.В. Язык и среда программирования R: учеб. Пособие

Дополнительная литература

литература предоставлена базовой кафедрой

Петри А., Сэбин К., Наглядная медицинская статистика ISBN 978-5-9704-3373-7

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

Не используются

## **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 Яндекс телемост. Яндекс диск 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)**

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой.

Самостоятельная работа включает в себя:

- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе);
- подготовку ответов на вопросы, предназначенные для самостоятельного изучения, доказательство отдельных утверждений, свойств.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

<b>по направлению:</b>	Биотехнология
<b>профиль подготовки:</b>	Системная и синтетическая биология Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики кафедра системной и синтетической биологии
<b>курс:</b>	4
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

7 (осенний) - Зачет

8 (весенний) - Дифференцированный зачет

**Разработчик:** В.М. Говорун, д-р биол. наук, профессор

# 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Знает и умеет применять численные математические методы и прикладное программное обеспечение для решения научных задач в профессиональной области
	ОПК-2.3 Знает основные требования информационной безопасности
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.1 Владеет фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики и биологии
	ПК-1.2 Имеет глубокое знание и понимание базовых математических дисциплин
	ПК-1.3 Владеет методами наблюдения, описания, идентификации и научной классификации биологических объектов
ПК-2 Способен анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения)	ПК-2.1 Владеет методами статистической обработки и анализа научных данных
	ПК-2.2 Умеет находить ключевые параметры, определяющие изучаемое явление, и производить численные оценки по порядку величины
	ПК-2.3 Способен представлять научные утверждения, их обоснования и доказательства, научные проблемы и их решения ясно и точно в терминах, понятных для профессиональной аудитории в письменной и устной форме
ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	ПК-3.1 Знает принципы работы и диапазоны рабочих параметров используемого научного оборудования
	ПК-3.2 Знает области и критерии применимости используемых теоретических подходов и умение оценивать точность приближенных аналитических методов вычислений
	ПК-3.3 Умеет производить оценку точности численных методов, используемых на ЭВМ, вычислительной сложности используемых алгоритмов и объема требуемых вычислительных ресурсов
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.2 Знает источники происхождения и умеет производить оценку погрешности измерений и достоверности экспериментальных результатов
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей



## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Моделирование и анализ данных» обучающийся должен:

### знать:

- теорию вероятностей;
- язык R;
- основы биостатистики.

### уметь:

- использовать статистические инструменты и анализировать результаты экспериментальной деятельности в живых системах.

### владеть:

- полученные знания и умения должны быть использованы для построения расчетов для биомедицинских продуктов.

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

1. Какие методы создания данных вы знаете?
2. Какие артефактные зависимости могут возникать при анализе данных?
3. В чем суть информационных критериев BIC и AIC?
4. Как сравнивать модели с использованием критериев BIC и AIC?
5. Какие методы поиска ассоциаций в омиксных данных являются наиболее надежными?
6. В чем заключается анализ дифференциальной представленности?
7. Какие современные методы используются для анализа омиксных данных?
8. Что такое композиционные данные и как с ними работать?
9. В чем суть преобразований CLR, ILR и ALR?
10. Как провести анализ композиционных данных с использованием CLR-преобразований?
11. Какие методы оценки уровня неопределенности в моделях машинного обучения существуют?
12. Что такое метод конформного предсказания и как его использовать на практике?
13. Как применяются большие языковые модели для анализа биологических данных?
14. Какие задачи решаются при помощи сетевого анализа?
15. Как визуализировать данные омиксного анализа?
16. Какие проблемы могут возникать при преобразовании данных и как их решать?

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

Типовые вопросы для зачета

1. Объясните основные задачи теории вероятностей и их применение в научных исследованиях.
2. Опишите процесс настройки вычислительной среды для работы с языком R. Какие шаги необходимо выполнить для начальной настройки?
3. Какие синтаксические особенности языка программирования R являются наиболее важными для начинающих? Приведите примеры.
4. Какие существуют основные методы визуализации данных в R и каковы их преимущества и недостатки?
5. Объясните различия между параметрическими и непараметрическими методами статистического анализа. Приведите примеры применения каждого из них.
6. Опишите процесс генерации данных для статистического анализа и проведите сравнение мощности t-теста и теста Манна-Уитни.
7. В чем заключаются основные принципы байесовского подхода к анализу данных? Какие преимущества он имеет перед частотным подходом?

8. Объясните метод наименьших квадратов для моделирования данных с линейной зависимостью. Каковы основные этапы этого метода?
9. Приведите пример реализации парадокса Монти Холла в R и объясните теоретические аспекты этого парадокса.
10. В чем заключается применение байесовского анализа для оценки уверенности в статистических оценках? Какие подходы используются для реализации brute-force анализа в байесовских моделях?
11. Объясните понятие confounding, collider и M-bias. Как они могут влиять на результаты анализа данных?
12. Каковы основные ошибки, которые могут возникать при анализе зависимостей в данных? Как их избежать?
13. Какие методы визуализации данных наиболее эффективны для выявления зависимостей и артефактов в данных?
14. Объясните роль и применение линейных моделей в анализе данных. Какие альтернативные методы существуют?
15. Какое значение имеет байесовский подход в моделировании данных с учетом неопределенности?

Типовые вопросы для дифференцированного зачета

> Шиша:

Семестр: 8 (Весенний)

1. Какие методы создания данных вы знаете?
2. Какие артефактные зависимости могут возникать при анализе данных?
3. В чем суть информационных критериев BIC и AIC?
4. Как сравнивать модели с использованием критериев BIC и AIC?
5. Какие методы поиска ассоциаций в омиксных данных являются наиболее надежными?
6. В чем заключается анализ дифференциальной представленности?
7. Какие современные методы используются для анализа омиксных данных?
8. Что такое композиционные данные и как с ними работать?
9. В чем суть преобразований CLR, ILR и ALR?
10. Как провести анализ композиционных данных с использованием CLR-преобразований?
11. Какие методы оценки уровня неопределенности в моделях машинного обучения существуют?
12. Что такое метод конформного предсказания и как его использовать на практике?
13. Как применяются большие языковые модели для анализа биологических данных?
14. Какие задачи решаются при помощи сетевого анализа?
15. Как визуализировать данные омиксного анализа?
16. Какие проблемы могут возникать при преобразовании данных и как их решать?

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

Типовые вопросы для зачета

1. Объясните основные задачи теории вероятностей и их применение в научных исследованиях.
2. Опишите процесс настройки вычислительной среды для работы с языком R. Какие шаги необходимо выполнить для начальной настройки?
3. Какие синтаксические особенности языка программирования R являются наиболее важными для начинающих? Приведите примеры.
4. Какие существуют основные методы визуализации данных в R и каковы их преимущества и недостатки?

5. Объясните различия между параметрическими и непараметрическими методами статистического анализа. Приведите примеры применения каждого из них.
6. Опишите процесс генерации данных для статистического анализа и проведите сравнение мощности t-теста и теста Манна-Уитни.
7. В чем заключаются основные принципы байесовского подхода к анализу данных? Какие преимущества он имеет перед частотным подходом?
8. Объясните метод наименьших квадратов для моделирования данных с линейной зависимостью. Каковы основные этапы этого метода?
9. Приведите пример реализации парадокса Монти Холла в R и объясните теоретические аспекты этого парадокса.
10. В чем заключается применение байесовского анализа для оценки уверенности в статистических оценках? Какие подходы используются для реализации brute-force анализа в байесовских моделях?
11. Объясните понятие confounding, collider и M-bias. Как они могут влиять на результаты анализа данных?
12. Каковы основные ошибки, которые могут возникать при анализе зависимостей в данных? Как их избежать?
13. Какие методы визуализации данных наиболее эффективны для выявления зависимостей и артефактов в данных?
14. Объясните роль и применение линейных моделей в анализе данных. Какие альтернативные методы существуют?
15. Какое значение имеет байесовский подход в моделировании данных с учетом неопределенности?

#### Примеры билетов

##### Билет 1

1. Отличие параметрических и непараметрических методов в статистике
2. Решение задачи по анализу данных

##### Билет 2

1. Анализ зависимостей в экспериментальных данных.
2. Решение задачи по анализу данных.

#### Типовые вопросы для экзамена

1. Опишите методы создания искусственных данных и их применение для воспроизведения классических артефактных зависимостей.
2. Что такое информационные критерии BIC и AIC? Как они используются для сравнения моделей?
3. Объясните принципы поиска надежных ассоциаций в омиксных данных. Какие методы являются наиболее эффективными?
4. В чем заключается анализ дифференциальной представленности в омиксных данных? Какие методы используются для визуализации и анализа?
5. Объясните концепцию композиционных данных и необходимость их преобразования. В чем заключаются преобразования CLR, ILR и ALR?
6. Как проводится анализ композиционных данных с использованием CLR-преобразований? Какие преимущества и ограничения существуют?
7. Какие методы оценки уровня неопределенности в моделях машинного обучения наиболее актуальны? Приведите примеры их применения.
8. Объясните метод конформного предсказания и его применение для оценки доверительных интервалов в моделях машинного обучения.
9. Как большие языковые модели могут быть использованы для анализа биологических данных? Приведите примеры конкретных приложений.
10. В чем заключается сетевой анализ данных и какие методы используются для его проведения?
11. Какова роль информационных критериев в выборе моделей для анализа данных? Приведите примеры использования.

12. Какие проблемы могут возникать при преобразовании данных для анализа? Как их можно решить с помощью CLR, ILR и ALR-преобразований?
13. Объясните значение и применение дифференциального анализа в омиксных данных. Какие методы визуализации наиболее эффективны?
14. Какие современные методы поиска ассоциаций в омиксных данных являются наиболее надежными? Приведите примеры их применения.
15. Как проводится оценка уровня неопределенности в байесовских моделях? Какие методы и инструменты используются?
16. Объясните основные подходы к созданию и анализу данных для выявления артефактных зависимостей. Какие методы визуализации могут быть использованы?

#### 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.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он показал 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 «не зачтено» выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

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

При проведении зачета и дифференцированного зачета обучающемуся предоставляется 45 минут на подготовку. Опрос обучающегося не должен превышать одного астрономического часа.