

**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:	Основы биоинженерии
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Биофизика и биоинформатика Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики кафедра молекулярной и трансляционной медицины
курс:	4
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 8 (весенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 30 час.

Самостоятельная работа: 45 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 135, всего зач. ед.: 3

Программу составил: В.Н. Лазарев, д-р биол. наук, профессор

Программа обсуждена на заседании кафедры молекулярной и трансляционной медицины 02.04.2020

Аннотация

Целью данной дисциплины является приобретение теоретических и практических знаний в области биоинженерии - науки, возникшей на стыке физико-химической биологии, биофизики, генной инженерии и компьютерных технологий. Студент после освоения курса будет понимать фундаментальные понятия и методы биологической инженерии, строение и функции основных молекул живой клетки: ДНК, РНК и белков, современные проблемы молекулярной медицины, решаемые с использованием современных методов биоинженерии.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

приобретение теоретических и практических знаний в области биоинженерии - науки, возникшей на стыке физико-химической биологии, биофизики, генной инженерии и компьютерных технологий.

Задачи дисциплины

- освоение студентами базовых знаний в области молекулярной биологии клетки, структуры и функций молекул РНК и ДНК, белка, современных методов генетической, белковой и метаболической инженерии, использования биоинженерии в биомедицине;
- приобретение теоретических знаний в области изучения векторных и экспрессионных систем, биосинтеза белка, структуры и функций биополимеров;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области биоинженерии.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-5 Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе, математические методы исследований, и работать на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре	ОПК-5.1 Способен решать поставленные задачи в области теоретических и экспериментальных исследований и разработок
	ОПК-5.2 Обладает способностью к освоению новых знаний на основе изучения литературы, научных статей и других источников
	ОПК-5.3 Способен к профессиональной эксплуатации современной экспериментальной научно-исследовательской (измерительно-аналитической и технологической) аппаратуры
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

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- ☐ фундаментальные понятия и методы биологической инженерии;
- ☐ строение и функции основных молекул живой клетки: ДНК, РНК и белков;
- ☐ современные проблемы молекулярной медицины, решаемые с использованием современных методов биоинженерии.

уметь:

- ☐ абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных процессов в биологических системах;
- ☐ пользоваться своими знаниями для решения биоинженерных задач;
- ☐ делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- ☐ делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- ☐ видеть физическое содержание в искусственных генетических системах;
- ☐ осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- ☐ получать наилучшие значения в биологических экспериментах и правильно оценить степень их достоверности;
- ☐ работать на современном, в том числе и уникальном экспериментальном оборудовании;
- ☐ эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- ☐ навыками освоения большого объема информации;
- ☐ навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- ☐ культурой постановки и моделирования биологического эксперимента;
- ☐ навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- ☐ практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач биоинженерии;
- ☐ навыками теоретического анализа задач биоинженерии, связанных с изучением свойств искусственных генетических систем.

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	Белковая инженерия. Конструирование рекомбинантных белков.	4			2
2	Белковая инженерия. Методы выделения и очистки рекомбинантных белков.	4			2
3	Белковая инженерия. Системы экспрессии рекомбинантных генов.	4			2
4	Генетическая инженерия. Векторные системы.	4			1
5	Генетическая инженерия. Инструменты генетической инженерии.	4			1
6	Генетическая инженерия. Методы генетической инженерии.	4			1
7	История развития биоинженерии. Основные тенденции развития современной биоинженерии.	2			2
8	Метаболическая инженерия. «Обратная» генетика. Рекомбинационная инженерия.	2			2
9	Метаболическая инженерия. Метабономика.	2			2
10	Основы белковой инженерии			10	10
11	Основы генетической инженерии			10	10

12	Основы метаболической инженерии			10	10
Итого часов		30		30	45
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		135 час., 3 зач.ед.			

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

Семестр: 8 (Весенний)

1. Белковая инженерия. Конструирование рекомбинантных белков.

Конструирование искусственных белков. Искусственные генетические системы.

2. Белковая инженерия. Методы выделения и очистки рекомбинантных белков.

Хроматография. Классификация и принципы хроматографического разделения белков. Другие методы очистки рекомбинантных белков.

3. Белковая инженерия. Системы экспрессии рекомбинантных генов.

Системы экспрессии рекомбинантных генов: грамотрицательные бактерии, дрожжи, культуры клеток животных, насекомых, бесклеточные белоксинтезирующие системы. Технологии получения рекомбинантных белков. Штаммы и векторы. Выбор гетерологичной системы экспрессии. Синтетические и генно-инженерные вакцины. Виды вакцин, основные требования к вакцинам. Методы усиления действия вакцины. Инженерия диагностикумов. Иммуноферментный анализ. Перспективы белковой инженерии.

4. Генетическая инженерия. Векторные системы.

Ферменты рестрикции и модификации нуклеиновых кислот. Полимеразы. Обратные транскриптазы. Другие ферменты, используемые в генетической инженерии.

5. Генетическая инженерия. Инструменты генетической инженерии.

Определение генетической инженерии. История развития генетической инженерии.

6. Генетическая инженерия. Методы генетической инженерии.

Сайт-направленный мутагенез – методы редактирования последовательностей нуклеиновых кислот. Методы исследования белок-белковых взаимодействий: двугибридная система, трехгибридная система. Фаговый дисплей. Основные этапы получения антител в гетерологических системах. Генетическая инженерия в биотехнологии. Генетически модифицированные организмы. Репортерные гены. Технологии трансгеноза. Технологии «нокаута» генов. Процедуры селекции трансгенов. Гомологичная рекомбинация. Трансгенные животные. Основы генетической терапии. Определение понятия генетическая терапия. История развития генетической терапии. Технологии решения задач генотерапии. Классификация генетической терапии. Протоколы генетической терапии в медицине. Протоколы и фазы клинических испытаний. Генетическая терапия онкологических и наследственных моногенных заболеваний. Генетическая терапия инфекционных заболеваний. Новые подходы к коррекции генных дефектов. Перспективы генетической терапии.

7. История развития биоинженерии. Основные тенденции развития современной биоинженерии.

Определение биоинженерии. История развития биоинженерии. Место биоинженерии в современной биологии и медицине.

8. Метаболическая инженерия. «Обратная» генетика. Рекомбинационная инженерия.

Основные понятия метаболической инженерии. Теоретические и экспериментальные методы исследования метаболизма. Общая и сайт-специфическая рекомбинация *in vivo*. Методы «обратной генетики».

9. Метаболическая инженерия. Метабономика.

Стадии современного эксперимента по метаболической инженерии. Перспективы метаболической инженерии.

10. Основы белковой инженерии

Задачи белковой инженерии. Основные этапы эксперимента в белковой инженерии.

Конструирование искусственных белков. Системы экспрессии рекомбинантных генов: граммотрицательные бактерии, дрожжи, культуры клеток животных, насекомых, бесклеточные белоксинтезирующие системы. Технологии получения рекомбинантных белков. Штаммы и векторы. Выбор гетерологичной системы экспрессии. Синтетические и генно-инженерные вакцины. Виды вакцин, основные требования к вакцинам. Методы усиления действия вакцины. Инженерия диагностикумов. Иммуноферментный анализ. Перспективы белковой инженерии. Задачи белковой инженерии. Основные этапы эксперимента в белковой инженерии.

Конструирование искусственных белков. Системы экспрессии рекомбинантных генов: граммотрицательные бактерии, дрожжи, культуры клеток животных, насекомых, бесклеточные белоксинтезирующие системы. Технологии получения рекомбинантных белков. Штаммы и векторы. Выбор гетерологичной системы экспрессии. Синтетические и генноинженерные вакцины. Виды вакцин, основные требования к вакцинам. Методы усиления действия вакцины. Инженерия диагностикумов. Иммуноферментный анализ. Перспективы белковой инженерии.

11. Основы генетической инженерии

Определение генетической инженерии. История развития генетической инженерии. Инструменты генетической инженерии. Ферменты рестрикции и модификации нуклеиновых кислот. Полимеразы. Обратные транскриптазы. Другие ферменты, используемые в генетической инженерии. Векторы для генетической инженерии. Плазмидные векторы. Векторы на основе фага. Космиды и фазмиды. Искусственные хромосомы. Интегративные и челночные векторы. Конструирование экспрессирующих векторов и их функционирование. Современные методы генетической инженерии. Сайт-направленный мутагенез – методы редактирования последовательностей нуклеиновых кислот. Методы исследования белок-белковых взаимодействий: двугибридная система, трехгибридная система. Фаговый дисплей. Основные этапы получения антител в гетерологических системах. Генетическая инженерия в биотехнологии. Генетически модифицированные организмы. Репортерные гены. Технологии трансгеноза. Технологии «нокаута» генов. Процедуры селекции трансгенов. Гомологичная рекомбинация. Трансгенные животные. Основы генетической терапии. Определение понятия генетическая терапия. История развития генетической терапии. Технологии решения задач генотерапии. Классификация генетической терапии. Протоколы генетической терапии в медицине. Протоколы и фазы клинических испытаний. Генетическая терапия онкологических и наследственных моногенных заболеваний. Генетическая терапия инфекционных заболеваний. Новые подходы к коррекции генных дефектов. Перспективы генетической терапии.

12. Основы метаболической инженерии

Основные понятия метаболической инженерии. Теоретические и экспериментальные методы исследования метаболизма. Методы «обратной генетики». Рекомбинационная инженерия. Общая и сайт-специфическая рекомбинация *in vivo*. Стадии современного эксперимента по метаболической инженерии. Перспективы метаболической инженерии.

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

необходимое оборудование для лекций: учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

Необходимое оборудование для лабораторных занятий: ламинарные шкафы Thermo II класса биобезопасности, инкубаторы, холодильное оборудование, низко- и высокоскоростные центрифуги, системы для проведения электрофореза в агарозном геле, сиквенаторы нуклеиновых кислот ABI PRISM 3730xl Genetic Analyser (Applied Bio-systems, США-Япония), программируемый термоциклер модель PTC-225 базовый четырехплатформенный модуль (MJ Research, США), хроматографическая система AKTA FPLC (GE, США), спектрофлуориметр Shimadzu RF 5301 PC (Shimadzu, Япония), система для проведения 2D электрофореза PROTEAN II xi Multi-Cell (BioRad, США), роботизированная система для сканирования и вырезания белковых пятен из геля XQuest Spot cutter (BioRad, США).

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

Предоставляется на кафедре:

1. Л.И. Патрушев. Искусственные генетические системы. Том1. Генная и белковая инженерия. Москва, «Наука», 2004 г., 526 стр.
2. Gene Therapy Technologies, Applications and Regulations. Ed. Anthony Meager. 1999 John Wiley & Sons, Ltd., 401 стр.
3. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия 2-е изд., перераб. и допол., Новосибирское университетское издательство, Новосибирск, 2004 г.

Дополнительная литература

1. Молекулярная биология клетки [Текст] : в 3 т. Т. 3 : [учебник для вузов] / Б. Альбертс [и др.] ; пер. с англ. А. Н. Дьяконовой, А. В. Дюбы ; под ред. Е. С. Шиловой [и др.] .— М. ; Ижевск : Ин-т компьютер. исследований, 2013 .— 1052 с.
2. Молекулярная биология клетки [Текст] : в 3 т. Т. 2 : [учебник для вузов] / Б. Альбертс [и др.] ; пер. с англ. А. Н. Дьяконовой, А. В. Дюбы ; под ред. Е. Н. Богачевой, И. Н. Шатского .— М. ; Ижевск : Ин-т компьютер. исследований, 2013 .— 992 с.
3. Молекулярная биология клетки [Текст] : в 3 т. Т. 1 : [учебник для вузов] / Б. Альбертс [и др.] ; пер. с англ. А. А. Светлова, О. В. Карловой ; под ред. А. А. Миронова, Л. В. Мочаловой .— М. ; Ижевск : Ин-т компьютер. исследований, 2013 .— 808 с.

Предоставляется на кафедре:

4. Д. Брей, Дж. Льюис, М. Рэфф, К. Робертс, Дж. Уотсон. Молекулярная биология клетки. 2-издание в 3-х томах. Москва «Мир», 1994 г.
5. Drubin DA, Way JC, Silver PA. Designing biological systems. Genes Dev. 2007 21:242-54.

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

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>
<http://bioscience.jpub.com/cells/>

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, прослушавший курс, должен с одной стороны, овладеть теоретическим аппаратом биоинженерии, а с другой стороны, должен научиться применять полученные знания на практике. Успешное освоение курса требует самостоятельной работы студента. В программе курса для самостоятельной работы студента над темой отводится минимальное время.

Самостоятельная работа включает в себя:

- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе),
- чтение и конспектирование дополнительной литературы,
- подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения,
- решение задач, предлагаемых студентам на лекциях,
- подготовку к экзамену.

Руководство и контроль самостоятельной работы студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций. Показателем владения материалом служит умение решать задачи. Для формирования умения применять теоретические знания на практике студенту необходимо решать, как можно больше задач. При решении задач каждое действие необходимо аргументировать, ссылаясь на рассмотренный ранее теоретический аппарат.

Обычно придерживаются следующей схемы: изучение материала лекции по конспекту в тот же день, когда была прослушана лекция (10-15 минут); повторение материала накануне следующей лекции (10-15 минут), проработка учебного материала по конспектам лекций, учебной и научной литературе, подготовка ответов на вопросы, решение задач (1 час).

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

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Биофизика и биоинформатика Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики кафедра молекулярной и трансляционной медицины
курс:	4
квалификация:	бакалавр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 8 (весенний) - Экзамен	
Разработчик:	В.Н. Лазарев, д-р биол. наук, профессор

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-5 Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе, математические методы исследований, и работать на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре	ОПК-5.1 Способен решать поставленные задачи в области теоретических и экспериментальных исследований и разработок
	ОПК-5.2 Обладает способностью к освоению новых знаний на основе изучения литературы, научных статей и других источников
	ОПК-5.3 Способен к профессиональной эксплуатации современной экспериментальной научно-исследовательской (измерительно-аналитической и технологической) аппаратуры
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

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Основы биоинженерии» обучающийся должен:

знать:

- ☐ фундаментальные понятия и методы биологической инженерии;
- ☐ строение и функции основных молекул живой клетки: ДНК, РНК и белков;
- ☐ современные проблемы молекулярной медицины, решаемые с использованием современных методов биоинженерии.

уметь:

- ☐ абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных процессов в биологических системах;
- ☐ пользоваться своими знаниями для решения биоинженерных задач;
- ☐ делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- ☐ делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- ☐ видеть физическое содержание в искусственных генетических системах;
- ☐ осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- ☐ получать наилучшие значения в биологических экспериментах и правильно оценить степень их достоверности;
- ☐ работать на современном, в том числе и уникальном экспериментальном оборудовании;
- ☐ эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- ☐ навыками освоения большого объема информации;
- ☐ навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- ☐ культурой постановки и моделирования биологического эксперимента;
- ☐ навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- ☐ практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач биоинженерии;
- ☐ навыками теоретического анализа задач биоинженерии, связанных с изучением свойств искусственных генетических систем.

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

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

История развития генетической инженерии.

Основные этапы эксперимента в белковой инженерии.

Системы рестрикции модификации микроорганизмов.

Искусственные генетические системы. Основные принципы организации.

Полимеразы про- и эукариот. Другие ферменты, используемые в генетической инженерии.

Технологии получения рекомбинантных белков.

Векторные системы. Плазмиды, фагмиды и космиды.

Гетерологичные и гомологичные системы экспрессии рекомбинантных генов.

Интегративные и челночные векторы.

Синтетические и генно-инженерные вакцины.

Теория и практика сайт-направленного мутагенеза.

Биоинженерия диагностикумов.

Методы исследования белок-белковых взаимодействий.

Теоретические и экспериментальные методы исследования метаболизма.

Генетически модифицированные организмы и технологии трансгеноза.

«Обратная генетика» и рекомбинационная инженерия.

Классификация и принципы генетической терапии.

Стадии современного эксперимента по метаболической инженерии.

Подходы к коррекции генных дефектов.

Теория и практика сайт-направленного мутагенеза.

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

Примеры билетов на экзамене:

Билет №1

1. История развития генетической инженерии.
2. Основные этапы эксперимента в белковой инженерии.

Билет №2

1. Системы рестрикции модификации микроорганизмов.
2. Искусственные генетические системы. Основные принципы организации.

Билет №3

1. Полимеразы про- и эукариот. Другие ферменты, используемые в генетической инженерии.
2. Технологии получения рекомбинантных белков.

Билет №4

1. Векторные системы. Плазмиды, фагмиды и космиды.
2. Гетерологичные и гомологичные системы экспрессии рекомбинантных генов.

Билет №5

1. Интегративные и челночные векторы.
2. Синтетические и генно-инженерные вакцины.

Билет №6

1. Теория и практика сайт-направленного мутагенеза.
2. Биоинженерия диагностикумов.

Билет №7

1. Методы исследования белок-белковых взаимодействий.
2. Теоретические и экспериментальные методы исследования метаболизма.

Билет №8

1. Генетически модифицированные организмы и технологии трансгеноза.
2. «Обратная генетика» и рекомбинационная инженерия.

Билет №9

1. Классификация и принципы генетической терапии.
2. Стадии современного эксперимента по метаболической инженерии.

Билет №10

1. Подходы к коррекции генных дефектор.
2. Теория и практика сайт-направленного мутагенеза.

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 до-пускает 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 вла-деет 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 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать одного астрономического часа.