

**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:	Искусственные органы
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Медицинская физика и биоинформатика Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики кафедра физики живых систем
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: М.Ш. Хубутия, д-р мед. наук, профессор

Программа обсуждена на заседании кафедры физики живых систем 04.06.2020

Аннотация

Целью данной дисциплины является освоение студентами базовых знаний в области создания искусственных органов, заменяющих на длительные сроки утраченные функции естественных органов человека, систем управления, энергоснабжения и клинического применения. Студент после освоения курса будет понимать клиническую характеристику терминальной стадии хронических заболеваний жизненно важных органов, показания для включения пациентов в “лист ожидания” на трансплантацию донорского органа и подготовку реципиента к операции, основы организации донорской службы, знать способы подбора оптимальной пары “донорский орган-реципиент”, общие хирургические приемы трансплантации органов, иметь представление об иммуносупрессивной терапии после трансплантации донорского органа, клинические признаки отторжения донорского органа, методику реабилитации пациентов после трансплантации с помощью физических тренировок, достижения современной трансплантологии.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- освоение студентами базовых знаний в области создания искусственных органов, заменяющих на длительные сроки утраченные функции естественных органов человека, систем управления, энергоснабжения и клинического применения.

Задачи дисциплины

- обучение студентов принципам работы естественных органов человек;
- изучение возможностей воспроизведения функции жизненно важных органов техническими устройствами;
- ознакомление студентов с клиническим применением искусственных органов, заменяющих утраченную функцию сердца, почек, легких, печени, поджелудочной железы, рук и ног.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	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-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость
	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области физико-математических наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.3 Способен аргументировано выбирать способ проведения научного исследования
	ОПК-4.2 Способен применять знания в области физико-математических наук для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов
	ОПК-4.1 Способен применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности

решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	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-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Способен планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в составе научного коллектива
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов
	ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)
	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- клиническую характеристику терминальной стадии хронических заболеваний жизненно важных органов;
- показания для включения пациентов в “лист ожидания” на трансплантацию донорского органа и подготовку реципиента к операции;
- основы организации донорской службы;
- знать способы подбора оптимальной пары “донорский орган-реципиент”;
- общие хирургические приемы трансплантации органов;
- иметь представление об иммуносупрессивной терапии после трансплантации донорского органа, клинические признаки отторжения донорского органа;
- методику реабилитации пациентов после трансплантации с помощью физических тренировок;
- достижения современной трансплантологии.

уметь:

- пропагандировать эффективность трансплантационных методов лечения среди населения;
- агитировать население для содействия увеличению доноров;

владеть:

- информацией о качестве жизни взрослых пациентов и детей после трансплантации донорских органов.

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	Анатомия легких, их дыхательная и газообменная функции. Острая и хроническая легочная недостаточность.		2		2

2	Строение и функция поджелудочной железы. Сахарный диабет I и II типа.		2		2
3	Анатомия и физиология почки. Острая и хроническая почечная недостаточность.		2		2
4	Анатомия и функция печени. Острая и хроническая почечная недостаточность.		2		2
5	Аппарат искусственного кровообращения. Устройство. Методика проведения искусственного кровообращения. Основные операции с АИКом.		2		2
6	Аппараты для лечения нарушений дыхательной и газообменной функции легких – искусственная вентиляция легких и экстракорпоральная мембранная оксигенация.		2		2
7	Аппараты для лечения острой печеночной недостаточности, устройство биоискусственной печени, аппарат МАРС.		2		
8	Искусственная поджелудочная железа. Устройство аппарата и методы применения.		2		
9	Искусственная почка. Основные элементы аппарата – оксигенатор, насос крови, система контроля проведения перфузии.		2		
10	Искусственное зрение. Принципиальная схема аппарата.		2		2
11	Искусственное сердце. Устройство ИС, показания к применению, хирургическая техника имплантации ИС.		2		2
12	Механические и биологические искусственные клапаны сердца. Показания к применению. Методы хирургической имплантации искусственных клапанов.		2		2
13	Сердечно-сосудистая система человека. Анатомия. Физиология. Основные заболевания сердечно-сосудистой системы человека.		2		2
14	Системы вспомогательного кровообращения – система внутриаортальной контрапульсации, искусственные желудочки сердца и насосы вспомогательного кровообращения. Показания к применению. Методы хирургической имплантации.		2		2
15	Современные протезы верхних и нижних конечностей.		1		8
16	Электрический кардиостимулятор сердца. Устройство ЭКС. Показания к применению, хирургическая техника имплантации.		1		

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. Анатомия легких, их дыхательная и газообменная функции. Острая и хроническая легочная недостаточность.

Анатомия легких. Дыхательная и газообменная функция. Острая и хроническая легочная недостаточность. Анатомия и функция легких. Основные причины заболеваний легких. Аппараты для проведения искусственного дыхания, экстракорпоральная мембранная оксигенация.

2. Строение и функция поджелудочной железы. Сахарный диабет I и II типа.

Строение и функция поджелудочной железы. Сахарный диабет I и II типа. Причины сахарного диабета. Клинические признаки. Методы заместительной терапии сахарного диабета.

3. Анатомия и физиология почки. Острая и хроническая почечная недостаточность.

Анатомия и физиология почки. Острая и хроническая почечная недостаточность. Анатомия почки. Функция почки. Основные методы оценки функции почек. Причины острой и хронической почечной недостаточности. Аппаратные и лекарственные методы лечения острой и хронической почечной недостаточности.

4. Анатомия и функция печени. Острая и хроническая почечная недостаточность.

Анатомия и функция печени. Острая и хроническая недостаточность печени. Анатомия и функция печени. Причины острой и хронической печеночной недостаточности. Лекарственные и аппаратные методы лечения острой и хронической недостаточности печени.

5. Аппарат искусственного кровообращения. Устройство. Методика проведения искусственного кровообращения. Основные операции с АИКом.

Аппарат искусственного кровообращения. Устройство. Методика проведения искусственного кровообращения. Основные операции с АИКом. Основные части аппарата искусственного кровообращения – насос крови и оксигенатор. История разработки аппарата. Принципы работы. Метод проведения искусственного кровообращения. Клиническое применение АИКа.

6. Аппараты для лечения нарушений дыхательной и газообменной функции легких – искусственная вентиляция легких и экстракорпоральная мембранная оксигенация.

Аппараты для лечения нарушений дыхательной и газообменной функции легких – искусственная вентиляция легких и экстракорпоральная мембранная оксигенация. Устройство носимых и стационарных аппаратов для проведения искусственного дыхания и наркоза. Аппараты для восстановления газообменной функции легких – экстракорпоральная мембранная оксигенация.

7. Аппараты для лечения острой печеночной недостаточности, устройство биоискусственной печени, аппарат MAPC.

Аппараты для лечения острой печеночной недостаточности, устройство биоискусственной печени, аппарат МАРС. Устройство искусственной и биоискусственной печени. Методы применения при острой и хронической печеночной недостаточности. Эффективность применения.

8. Искусственная поджелудочная железа. Устройство аппарата и методы применения.

Искусственная поджелудочная железа. Устройство аппарата и методы применения.

9. Искусственная почка. Основные элементы аппарата – оксигенатор, насос крови, система контроля проведения перфузии.

Искусственная почка. Основные элементы аппарата – оксигенатор, насос крови, система контроля проведения перфузии. История создания искусственной почки, стационарная, портативная и носимая искусственная почка. Устройство искусственной почки. Техника проведения гемодиализа.

10. Искусственное зрение. Принципиальная схема аппарата.

Искусственное зрение. Принципиальная схема аппарата. Причины слепоты. Методы лечения. Разработка системы для заместительной терапии.

11. Искусственное сердце. Устройство ИС, показания к применению, хирургическая техника имплантации ИС.

Искусственное сердце. Устройство ИС, показания к применению, хирургическая техника имплантации ИС. История разработки искусственного сердца. Типы искусственного сердца, показатели гемодинамики при работе ИС. Показания к применению ИС. Хирургическая техника имплантации ИС. Клинические результаты.

12. Механические и биологические искусственные клапаны сердца. Показания к применению. Методы хирургической имплантации искусственных клапанов.

Механические и биологические искусственные клапаны сердца. Показания к применению. Методы хирургической имплантации искусственных клапанов. Виды механических и биологических искусственных клапанов сердца. Показания к имплантации ИКС. Методы имплантации – открытый и закрытый способ имплантации.

13. Сердечно-сосудистая система человека. Анатомия. Физиология. Основные заболевания сердечно-сосудистой системы человека.

Сердечно-сосудистая система человека. Анатомия. Физиология. Основные заболевания ССС. Анатомия сердца и кровеносных сосудов. Сердечный цикл. Основные показатели гемодинамики. Основные заболевания сердца и сосудов. Острая и хроническая сердечная недостаточность. Принципы лечения.

14. Системы вспомогательного кровообращения – система внутриаортальной контрапульсации, искусственные желудочки сердца и насосы вспомогательного кровообращения. Показания к применению. Методы хирургической имплантации.

Системы вспомогательного кровообращения – система внутриаортальной контрапульсации, искусственные желудочки сердца и насосы вспомогательного кровообращения. Показания к применению. Методы хирургической имплантации. Аппарат для проведения внутриаортальной контрапульсации, принцип работы, методы применения и контроля работы. Искусственные желудочки сердца и насосы крови - принципы работы, показания к применению. Методы имплантации. Контроль работы. Клиническая эффективность устройств.

15. Современные протезы верхних и нижних конечностей.

Модульный принцип построения протезов. Исследования современных разработок в протезировании.

16. Электрический кардиостимулятор сердца. Устройство ЭКС. Показания к применению, хирургическая техника имплантации.

Электрический кардиостимулятор сердца. Устройство ЭКС. Показания к применению, хирургическая техника имплантации. Устройство ЭКС. Методы контроля работы ЭКС. Показания к имплантации ЭКС.

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

Обеспечение самостоятельной работы: доступ в Интернет, рекомендуемые информационные базы данных по искусственным органам – Американское общество искусственных внутренних органов – www.asaio.com., Международное общество искусственных органов – www.artificialorgans.org., Американский институт медицинской и биологической инженерии – www.aimbe.org.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Аппараты гемодиализа, искусственного и вспомогательного кровообращения [Текст] : учеб. пособие для вузов / Н. И. Куликов [и др.] ; М-во образования и науки РФ, Моск. авиац. ин-т (гос. техн. ун-т) .— М. : Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2011 .— 152 с.

Дополнительная литература

Базовая кафедра предоставляет литературу

1. Современные проблемы механической поддержки кровообращения. Статья в журнале. / Шумаков В.И. , Иткин Г.П., Романов О.В. и др. Мехатроника, Автоматизация, Управление. / Издательство “Новые технологии”, “Мехатроника, автоматизация, управление”. 2007(77). С. 34 – 40.

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 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:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Медицинская физика и биоинформатика Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики кафедра физики живых систем
курс:	<u>1</u>
квалификация:	магистр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Экзамен	
Разработчик:	М.Ш. Хубутя, д-р мед. наук, профессор

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	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-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость
	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области физико-математических наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.3 Способен аргументировано выбирать способ проведения научного исследования
	ОПК-4.2 Способен применять знания в области физико-математических наук для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов
	ОПК-4.1 Способен применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов
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-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Способен планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в составе научного коллектива
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов
	ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)
	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Искусственные органы» обучающийся должен:

знать:

- клиническую характеристику терминальной стадии хронических заболеваний жизненно важных органов;
- показания для включения пациентов в “лист ожидания” на трансплантацию донорского органа и подготовку реципиента к операции;
- основы организации донорской службы;
- знать способы подбора оптимальной пары “донорский орган-реципиент”;
- общие хирургические приемы трансплантации органов;
- иметь представление об иммуносупрессивной терапии после трансплантации донорского органа, клинические признаки отторжения донорского органа;
- методику реабилитации пациентов после трансплантации с помощью физических тренировок;
- достижения современной трансплантологии.

уметь:

- пропагандировать эффективность трансплантационных методов лечения среди населения;
- агитировать население для содействия увеличению доноров;

владеть:

- информацией о качестве жизни взрослых пациентов и детей после трансплантации донорских органов.

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

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

1. Сердечно-сосудистая система человека, анатомия, функция. Основные заболевания сердечно-сосудистой системы человека.
2. Анатомия и физиология почки. Острая и хроническая почечная недостаточность.
3. Анатомия легких, их дыхательная и газообменная функции. Острая и хроническая легочная недостаточность.
4. Анатомия и функция печени. Острая и хроническая печеночная недостаточность.
5. Строение и функция поджелудочной железы. Сахарный диабет I и II типа.
6. Искусственная поджелудочная железа. Устройство аппарата и методы применения.
7. Механические и биологические искусственные клапаны сердца. Показания к применению. Методы хирургической имплантации искусственных клапанов.
8. Электрический кардиостимулятор сердца. Устройство ЭКС. Показания к применению, хирургическая техника имплантации.
9. Аппарат искусственного кровообращения. Устройство. Методика проведения искусственного кровообращения. Основные операции с АИКом.
10. Искусственная почка. Основные элементы аппарата стационарной искусственной почки – диализатор, насос крови, система контроля проведения гемодиализа.
11. Портативная и носимая искусственная почка для гемо- и перитониального диализа.
12. Аппараты для лечения нарушения дыхательной и газообменной функции легких – искусственная вентиляция легких и экстракорпоральная мембранная оксигенация.
13. Аппарат для лечения острой и хронической печеночной недостаточности, дисфункция трансплантата. Молекулярно-адсорбирующая рециркулирующая система (МАРС). Альбуминовый диализ.
14. Современные протезы верхних и нижних конечностей.
15. Искусственное сердце. Устройство ИС, показания к применению, хирургическая техника имплантации ИС.
16. Системы вспомогательного кровообращения – система внутриаортальной контрапульсации, искусственные желудочки сердца и насосы вспомогательного кровообращения. Показания к применению. Методы хирургической имплантации.

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

Перечень контрольных вопросов для сдачи экзамена:

1. Сердечно-сосудистая система человека, анатомия, функция. Основные заболевания сердечно-сосудистой системы человека.
2. Анатомия и физиология почки. Острая и хроническая почечная недостаточность.
3. Анатомия легких, их дыхательная и газообменная функции. Острая и хроническая легочная недостаточность.
4. Анатомия и функция печени. Острая и хроническая печеночная недостаточность.
5. Строение и функция поджелудочной железы. Сахарный диабет I и II типа.
6. Искусственная поджелудочная железа. Устройство аппарата и методы применения.
7. Механические и биологические искусственные клапаны сердца. Показания к применению. Методы хирургической имплантации искусственных клапанов.
8. Электрический кардиостимулятор сердца. Устройство ЭКС. Показания к применению, хирургическая техника имплантации.
9. Аппарат искусственного кровообращения. Устройство. Методика проведения искусственного кровообращения. Основные операции с АИКом.
10. Искусственная почка. Основные элементы аппарата стационарной искусственной почки – диализатор, насос крови, система контроля проведения гемодиализа.
11. Портативная и носимая искусственная почка для гемо- и перитониального диализа.
12. Аппараты для лечения нарушения дыхательной и газообменной функции легких – искусственная вентиляция легких и экстракорпоральная мембранная оксигенация.
13. Аппарат для лечения острой и хронической печеночной недостаточности, дисфункция трансплантата. Молекулярно-адсорбирующая рециркулирующая система (МАРС). Альбуминовый диализ.
14. Современные протезы верхних и нижних конечностей.
15. Искусственное сердце. Устройство ИС, показания к применению, хирургическая техника имплантации ИС.
16. Системы вспомогательного кровообращения – система внутриаортальной контрапульсации, искусственные желудочки сердца и насосы вспомогательного кровообращения. Показания к применению. Методы хирургической имплантации.

Примеры билетов:

Билет №1

Альбуминовый диализ.

Билет №2

Искусственная поджелудочная железа. Устройство аппарата и методы применения.

Билет №3

Клапаны сердца.

Билет №4

Аппарат искусственного кровообращения.

Билет №5

Искусственный пейсмекер сердца

Билет №6

Искусственная почка. Диализ.

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 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать одного астрономического часа.