



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНСТИТУТ НАУКОЁМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

(подпись)

Гolik С.С.

(Ф.И.О.)

« 21 » 01 2022 г.



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента

(подпись)

Короченцев В.В.

(Ф.И.О.)

« 1 » 01 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая астрофизика

Направление подготовки 03.03.02 Физика

Фундаментальная и прикладная физика (совместно с НИУ ВШЭ, г. Москва)

Форма подготовки очная

курс 3 семестр 6

лекции 36 час.

практические занятия -

лабораторные работы 36 час.

в том числе с использованием МАО лек. - / пр. - / лаб. - час.

всего часов аудиторной нагрузки 72 час.

в том числе с использованием МАО - час.

самостоятельная работа 36 час.

в том числе на подготовку к экзамену 36 час.

контрольные работы (количество) не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрен

зачет не предусмотрен

экзамен 6 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07 августа 2020 г. №891.

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента общей и экспериментальной физики

протокол № 1 от « 11 » 10 2021 г.

Директор департамента к.х.н., доцент, Короченцев В.В.

Составитель (ли): к. ф.-м. н., доцент Московченко Л. Г.

Владивосток

2022

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Цели и задачи освоения дисциплины:

Целью курса «Общая астрофизика» является изложение основ современной астрономии и астрофизики для бакалавров специальности «Физика». Основное внимание уделяется изучению основ физических процессов, протекающих в небесных телах и их системах, применению методов физических исследований для изучения астрофизических объектов. Курс призван содействовать формированию у студентов основных представлений о структуре и эволюции Вселенной, современного научного материалистического мировоззрения

Задачи:

- ознакомиться с основными понятиями и теориями астрономии и астрофизики;
- изучить методы исследования космических объектов;
- получить представление о строении и эволюции небесных тел и их систем: Солнечной системы, звезд, галактик, скоплений, Вселенной в целом;
- познакомиться с действием фундаментальных физических законов в условиях космоса.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции (элементы компетенций):

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Научно-исследовательский	ПК-1 Способен применять методы научных исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной при-	ПК-1.1 Применяет методы научных экспериментальных и теоретических физических исследований, современную приборную базу и информационные технологии
		ПК-1.2 Выбирает наи-

	борной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	более эффективные методы решения основных типов задач, встречающихся в физике.
	ПК-2 Способен применять методы научных исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	ПК-2.1 Применяет методы научных экспериментальных и теоретических физических исследований, современную приборную базу и информационные технологии.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-1.1 Применяет методы научных экспериментальных и теоретических физических исследований, современную приборную базу и информационные технологии	Знает методики построения физических и математических моделей процессов и явлений в фундаментальной и прикладной физике.
	Умеет строить физические и математические модели узлов, блоков, устройств, установок электроники и нанoeлектроники
	Владеет навыками построения физических и математических моделей процессов и явлений в фундаментальной и прикладной физике.
ПК-1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения основных типов задач, встречающихся в физике.	Знает методы решения основных типов задач, встречающихся в физике
	Умеет работать с математическим аппаратом эффективных методов решения основных типов задач, встречающихся в физике
	Владеет методами и навыками проведения исследования характеристик для решения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	поставленной задачи
ПК-2.1 Применяет методы научных экспериментальных и теоретических физических исследований, современную приборную базу и информационные технологии. Знает возможные методики проведения исследований различных параметров и характеристик процессов и устройств в фундаментальной и прикладной физике.	Знает возможные методики проведения исследований различных параметров и характеристик процессов и устройств в фундаментальной и прикладной физике.
	Умеет выбирать методики для проведения конкретных исследований
	Владеет навыками выбора методик научных экспериментальных и теоретических физических исследований, современную приборную базу и информационные технологии. для получения достоверных результатов

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Общая астрофизика» применяются следующие методы активного и интерактивного обучения:

- подготовка реферативных докладов с презентациями;
- дискуссия.

2. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачётных единицы 144 академических часов). (1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Пр	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	СР	Контроль	
1	Раздел I. Основы астрономии	6	6	36	-	36	36	ПР-15
2	Раздел II. Астрофизика Солнечной системы		4					ПР-15
3	Раздел III. Звезды и галактики		10					ПР-15
4	Раздел IV. Основы космологии		16					ПР-15
	Итого:		36	36	-	36	36	

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел I. Основы астрономии. (6 час.)

Тема 1. Основные сведения из сферической астрономии. (2 час.)

Предмет и задачи астрономии. Наблюдательный характер астрономии. Разделы астрономии. Практическое значение астрономии. Краткий очерк строения Вселенной. Видимые положения светил. Созвездия. Видимые движения звезд, Солнца, Луны и планет. Географические координаты. Небесная сфера.

Тема 2. Системы небесных координат. (2 час.)

Горизонтальная система небесных координат. Первая и вторая системы экваториальных координат. Зависимость высоты полюса мира от астрономической широты места наблюдения. Явления, связанные с суточным вращением небесной сферы.

Тема 3. Видимые и действительные движения планет. (2 час.)

Видимые движения планет на фоне звезд. Законы Кеплера. Элементы орбит планет. Основные задачи небесной механики. Вращение Земли вокруг оси. Смена времен года на Земле. Прецессия и нутация земной оси. Следствия прецессионного движения земной оси. Орбита Луны и ее возмущения. Видимое движение и фазы Луны. Вращение и либрации Луны. Солнечные затмения. Лунные затмения. Сарос.

Раздел II. Астрофизика Солнечной системы. (4 час.)

Тема 4. Солнце. (2 час.)

Общие сведения о Солнце. Спектр и химический состав Солнца. Светимость Солнца и ее измерение. Температура верхних слоев Солнца. Внутреннее строение Солнца. Конвективная зона. Гелиосейсмология. Фотосфера. Внешние слои солнечной атмосферы. Хромосфера. Корона. Активные образования в солнечной атмосфере. Цикл солнечной активности.

Тема 5. Солнечная система. (2 час.)

Общие сведения. Планетные оболочки, дифференциация недр. Поверхности планет и спутников. Атмосферы, климат планет. Планеты и солнечный ветер, магнитосфера. Связь явлений на Солнце и планетах. Планеты земной группы и планеты-гиганты. Астероиды. Кометы, пылевая материя в межпланетном пространстве. Метеориты. Происхождение Солнечной системы.

Раздел III. Звезды и галактики. (10 час.)

Тема 6. Природа и эволюция звезд. (4 час.)

Общие сведения о звездах. Спектры и светимости звезд. Статистические зависимости между основными характеристиками звезд. Атмосферы звезд. Начальная стадия эволюции звезд. Стадия главной последовательности. Эволюция и переменность красных гигантов. Эволюция звезд с потерей массы. Сверхновые звезды. Конечные стадии эволюции звезд. Рентгеновские источники излучения.

Тема 7. Наша Галактика. (4 час.)

Объекты, принадлежащие нашей Галактике. Определение расстояний до звезд. Распределение звезд в Галактике. Звездные скопления и их эволюция. Пространственные скорости звезд и движение Солнечной системы. Вращение и масса Галактики. Междзвездная пыль. Междзвездный газ. Космические лучи, галактическая корона и магнитное поле Галактики. Общая структура Галактики. Проблема шкалы расстояний.

Тема 8. Основы внегалактической астрономии. (2 час.)

Структура и типы галактик. Определение расстояний до галактик. Состав галактик. Физические свойства галактик. Активность ядер галактик и квазары. Пространственное распределение и эволюция галактик.

Раздел IV. Основы космологии. (16 час.)

Тема 9. Элементы космологии. (8 час.)

Крупномасштабная структура Вселенной. Космологический принцип. Модель однородной изотропной Вселенной, основанная на законах Ньютона. Кинематика Вселенной: закон Хаббла, пекулярные скорости галактик, красное смещение, поверхностная яркость и парадокс Ольберса. Динамика Вселенной: эволюция расширения, критическая плотность, влияние давления. Релятивистская космология. Модель «горячей» Вселенной.

Тема 10. Темная материя и темная энергия. (8 час.)

Проблема скрытой массы. Наблюдательные данные: кривые вращения галактик, распределение реликтового излучения, гравитационное линзирование. Кандидаты на роль темной материи: барионная и небарионная темная материя, первичные черные дыры. Холодная и горячая темная материя. Наблюдательные эффекты темной энергии, ускорения расширения Вселенной. Парадокс Хаббла-Сэндиджа. Плотность темной энергии. Антитяготение. Гипотезы о природе темной энергии: космологическая постоянная, квинтэссенция.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лабораторные занятия (36 час.)

Занятие 1. Коллоквиум «Астрономия – наблюдательная наука» (4 час.)

Возникновения и основные этапы развития астрономии. Изменения координат светил при суточном движении. Суточное движение Солнца на разных широтах. Изменения экваториальных координат Солнца. Астрономические каталоги и звездные карты.

Занятие 2. Коллоквиум «Время в астрономии» (4 час.)

Принципы измерения времени. Звездное время. Солнечное время. Связь солнечного времени со звездным. Системы счета времени. Календарь. Юлианские дни. Линия перемены дат.

Занятие 3. Коллоквиум «Природа тяготения и его роль в астрономии» (4 час.)

Движение материальной точки под действием силы тяготения. Закон сохранения энергии и типы орбит в задаче двух тел. Возмущенное движение. Приливы и отливы. Задача трех и более тел. Точки Лагранжа. Определение масс небесных тел. Движение искусственных спутников Земли.

Занятие 4. Коллоквиум «Особенности астрономических наблюдений» (4 час.)

Основные задачи наблюдательной астрономии. Пропускание света земной атмосферой. «Точечные» и «протяженные» источники. Оптические наблюдения: оптические телескопы, приемники излучения, звездные интерферометры. Радиоастрономические наблюдения: радиотелескопы, радиоинтерферометры, метод апертурного синтеза. Рентгеновские телескопы и детекторы.

Занятие 5. Коллоквиум «Планеты Солнечной системы и экзопланеты» (Интерактивный метод: доклады, дискуссия, 4 час.)

Меркурий. Венера. Земля как планета. Марс. Юпитер. Сатурн. Уран. Нептун. Система Плутон-Харон, планеты-карлики. Объекты пояса Койпера и облака Оорта. Методы обнаружения планет вокруг звезд. Статистические зависимости экзопланет.

Занятие 6. Коллоквиум «Ядерные реакции в звездах» (Интерактивный метод: доклады, дискуссия, 4 час.)

pp-цикл. Проблема солнечных нейтрино. CNO-цикл. Движение квантов в недрах Солнца и звезд. Происхождение химических элементов до элементов железного пика. Уравнения внутреннего строения Солнца и звезд.

Занятие 7. Коллоквиум «Межзвездная среда» (4 час.)

Основные составляющие и проявления межзвездной среды. Пропускание излучения межзвездной средой. Физические особенности разреженной космической среды: запрещенные линии, излучение нейтрального водорода, замороженность магнитного поля. Объемный нагрев и охлаждение межзвездной среды. Ионизованный водород и зоны HII. Горячий, или «корональный» газ. Молекулярные облака, звездообразование и мазеры.

Занятие 8. Коллоквиум «Двойные звезды» (Интерактивный метод: доклады, дискуссия, 4 час.)

Определение масс двойных звезд. Функция масс. Особенности эволюции звезд в тесных двойных системах: приближение Роша и полость Роша, перенос масс. Стадии эволюции двойных систем.

Занятие 9. Коллоквиум «Компактные звезды и их наблюдательные проявления» (Интерактивный метод: доклады, дискуссия, 4 час.)

Белые карлики: белые карлики в двойных системах, катаклизмические переменные и новые звезды. Нейтронные звезды: внутреннее строение НЗ, оценки масс НЗ. Свойства пульсаров: основные свойства, торможение вращения пульсаров. Рентгеновские пульсары. Черные дыры. Аккреция на компактные звезды.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Общая астрофизика» включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения, неделя	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение, час	Форма контроля
1	1-2	Подготовка к коллоквиуму « Астрономия – наблюдательная наука ». Работа с конспектами лекций и литературой.	2	Выступление на коллоквиуме
2	3-4	Подготовка к коллоквиуму «Время в астрономии ». Работа с конспектами лекций и литературой.	2	Выступление на коллоквиуме
3	5-6	Подготовка к коллоквиуму «Природа тяготения и его роль в астрономии». Работа с конспектами лекций и литературой.	2	Выступление на коллоквиуме
4	7-8	Подготовка к коллоквиуму «Особенности астрономических наблюдений». Работа с конспектами лекций и литературой.	2	Выступление на коллоквиуме
5	9-10	Подготовка к коллоквиуму «Планы Солнечной системы и экзопланеты». Работа с конспектами лекций и литературой.	2	Выступление на коллоквиуме
6	11-12	Подготовка к коллоквиуму «Ядерные реакции в звездах». Работа с конспектами лекций и литературой.	2	Выступление на коллоквиуме
7	13-14	Подготовка к коллоквиуму «Межзвездная среда». Работа с конспектами лекций и литературой.	2	Выступление на коллоквиуме
8	15-16	Подготовка к коллоквиуму «Двойные звезды». Работа с конспектами лекций и литературой.	2	Выступление на коллоквиуме
9	17-18	Подготовка к коллоквиуму «Компактные звезды и их наблюдательные проявления ». Работа с конспектами лекций и литературой.	2	Выступление на коллоквиуме
10	1-18	Подготовка к экзамену.	18	Экзамен
		Всего	36	

Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

В рамках данной дисциплины предусмотрено 64 часа самостоятельной работы, которая необходима для проработки материала лекции, подготовке к выступлениям на коллоквиумах и к экзамену. Тематика коллоквиумов дополняет лекционный курс. Самостоятельная работа с литературой призвана помочь закрепить, систематизировать и расширить знания, полученные в ходе аудиторных занятий.

Работа над докладом на коллоквиуме включает подготовку студентом презентации (с помощью издательской системы LaTeX (MiKTeX), Microsoft Office (PowerPoint) или Open Office (Impress)). Для самостоятельной работы должны использоваться рекомендованные преподавателем источники (учебники, задачки, ресурсы сети Internet). Реферат докладывается на коллоквиуме, время доклада – порядка 15-20 минут.

Контроль результатов самостоятельной работы студентов должен осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Все виды работ по дисциплине рекомендуется выполнять по календарному плану, приведенному в приложении 1.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Основным результатом самостоятельной работы по дисциплине «Введение в астрофизику» является подготовка реферативных докладов на темы, указанные выше в перечне тем практических занятий (коллоквиумов). При выборе тем учитываются интересы и пожелания студента.

Реферат должен раскрывать предложенную тему и содержать актуальную информацию.

Вопросы к коллоквиуму «Астрономия – наблюдательная наука»

- 1) Возникновения и основные этапы развития астрономии.
- 2) Изменения координат светил при суточном движении.
- 3) Суточное движение Солнца на разных широтах. Изменения экваториальных координат Солнца.

- 4) Астрономические каталоги и звездные карты.

Вопросы к коллоквиуму «Время в астрономии»

- 1) Принципы измерения времени.
- 2) Звездное время. Солнечное время. Связь солнечного времени со звездным.
- 3) Системы счета времени. Календарь.
- 4) Юлианские дни. Линия перемены дат.

Вопросы к коллоквиуму «Природа тяготения и его роль в астрономии»

- 1) Движение материальной точки под действием силы тяготения. Закон сохранения энергии и типы орбит в задаче двух тел.
- 2) Возмущенное движение. Приливы и отливы.
- 3) Задача трех и более тел. Точки Лагранжа.
- 4) Определение масс небесных тел.
- 5) Движение искусственных спутников Земли.

Вопросы к коллоквиуму «Особенности астрономических наблюдений»

- 1) Основные задачи наблюдательной астрономии. Пропускание света земной атмосферой. «Точечные» и «протяженные» источники.
- 2) Оптические наблюдения: оптические телескопы, приемники излучения, звездные интерферометры.
- 3) Радиоастрономические наблюдения: радиотелескопы, радиоинтерферометры, метод апертурного синтеза. Рентгеновские телескопы и детекторы.

Вопросы к коллоквиуму «Планеты Солнечной системы и экзопланеты»

- 1) Меркурий. Венера.
- 2) Земля как планета. Марс.
- 3) Юпитер. Сатурн.
- 4) Уран. Нептун.
- 5) Система Плутон-Харон, планеты-карлики. Объекты пояса Койпера и облака Оорта.
- 6) Методы обнаружения планет вокруг звезд. Статистические зависимости экзопланет.

Вопросы к коллоквиуму «Ядерные реакции в звездах»

- 1) p-p-цикл. Проблема солнечных нейтрино.
- 2) CNO-цикл. Движение квантов в недрах Солнца и звезд.
- 3) Происхождение химических элементов до элементов железного пика.
- 4) Уравнения внутреннего строения Солнца и звезд.

Вопросы к коллоквиуму «Межзвездная среда»

- 1) Основные составляющие и проявления межзвездной среды. Пропускание излучения межзвездной средой.
- 2) Физические особенности разреженной космической среды: запрещенные линии, излучение нейтрального водорода, вмороженность магнитного поля.
- 3) Объемный нагрев и охлаждение межзвездной среды. Ионизованный водород и зоны НП. Горячий, или «корональный» газ.
- 4) Молекулярные облака, звездообразование и мазеры.

Вопросы к коллоквиуму «Двойные звезды»

- 1) Определение масс двойных звезд. Функция масс.
- 2) Особенности эволюции звезд в тесных двойных системах: приближение Роша и полость Роша, перенос масс.
- 3) Стадии эволюции двойных систем.

Вопросы к коллоквиуму «Компактные звезды и их наблюдательные проявления»

- 1) Белые карлики: белые карлики в двойных системах, катаклизмические переменные и новые звезды.
- 2) Нейтронные звезды: внутреннее строение НЗ, оценки масс НЗ.
- 3) Свойства пульсаров: основные свойства, торможение вращения пульсаров. Рентгеновские пульсары.
- 4) Черные дыры. Аккреция на компактные звезды.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Общими критериями оценки результатов самостоятельной работы студентов являются:

- уровень освоения учебного материала;

- умение активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- умение ориентироваться в потоке информации, выделять главное;
- умение сформировать свою позицию, оценку и аргументировать ее.

Оценка студенческого реферата включает:

- полноту изложения материала по теме;
- изложение современных результатов;
- качество подготовки презентации;
- степень владения материалом (доклад при минимальном обращении к конспектам).

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел I. Основы астрономии.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы к экзамену 1-10,41-50
			умеет	Конспект (ПР-7)	
			владеет	Реферат (ПР-4)	
2	Раздел II. Астрофизика Солнечной системы.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы к экзамену 11-19, 51, 52, 53
			умеет	Конспект (ПР-7)	
			владеет	Реферат (ПР-4)	
3	Раздел III. Звезды и галактики.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы к экзамену 20-33, 54-63
			умеет	Конспект (ПР-7)	
			владеет	Реферат (ПР-4)	
4	Раздел IV. Основы космологии.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы к экзамену 34-40
			умеет	Конспект (ПР-7)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, уме-

ний, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

- 1) Гусейханов, М.К. Основы астрофизики [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.К. Гусейханов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 208 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93593>. — Загл. с экрана.
- 2) Засов, А.В. Астрономия [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Засов, Э.В. Кононович. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2011. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2370>. — Загл. с экрана.
- 3) Солнечная система [Электронный ресурс] / А.А. Бережной [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2017. — 460 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105010>. — Загл. с экрана.
- 4) Сурдин, В.Г. Звезды [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Г. Сурдин. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2009. — 428 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2332>. — Загл. с экрана.
- 5) Бескин, В.С. Гравитация и астрофизика [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.С. Бескин. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2009. — 158 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2114>. — Загл. с экрана.

Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

- 1) Небо и телескоп [Электронный ресурс] / К.В. Куимов [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2017. — 436 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105014>. — Загл. с экрана.
- 2) Лукаш, В.Н. Физическая космология [Электронный ресурс] / В.Н. Лукаш, Е.В. Михеева. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2012. — 404 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5279>. — Загл. с экрана.

- 3) Сурдин, В.Г. Галактики [Электронный ресурс] / В.Г. Сурдин. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2017. — 432 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105012>. — Загл. с экрана.
- 4) Фридман, А.М. Физика галактических дисков [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.М. Фридман, А.В. Хоперсков. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2011. — 640 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2679>. — Загл. с экрана.
- 5) Фундаментальные космические исследования. В 2 кн. Кн.1. Астрофизика [Электронный ресурс] : монография. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2014. — 452 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59705>. — Загл. с экрана.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://elementy.ru/> – «Элементы большой науки», научно-популярный сайт о последних достижениях науки и техники.

2. <http://www.astronet.ru/> – Астронет, ресурс в Интернете, предназначенный для общения и распространения различной научной информации, связанной с астрономией.

3. http://xray.sai.msu.ru/~moulin/general_astrophysics.html – лекции по курсу «Общая астрофизика» для студентов физического факультета МГУ.

4. <http://www.youtube.com/watch?v=p7-INiKks20> – лекция ведущего научного сотрудника Государственного астрономического института им. П.К.Штернберга Попова С.Б.: «Картина мира с точки зрения астрофизика». Часть 1. 10 фактов об астрономии.

5. <http://www.youtube.com/watch?v=a7PdUCott2g> – лекция ведущего научного сотрудника Государственного астрономического института им. П.К.Штернберга Попова С.Б.: «Картина мира с точки зрения астрофизика». Часть 2. 10 фактов о Вселенной.

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используется следующее программное обеспечение: Microsoft Office (PowerPoint и Word), Open Office.

При осуществлении образовательного процесса используются следующие информационно-справочные системы: ЭБС ДВФУ, библиотеки, ресурсы и порталы по естествознанию.

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение каждой темы курса предполагает следующие действия:

- 1) Посещение лекционных занятий;
- 2) Самостоятельная проработка изученного на лекции материала по конспекту и рекомендованной литературе;
- 3) Подготовка выступлений на коллоквиумах в формате реферативных докладов с презентацией.

Лекционные занятия ориентированы на освещение основных тем курса и призваны сориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов. Работа на лекционных занятиях предполагает активное участие обучающегося в процессе освоения материала, ведение конспекта.

Самостоятельная работа является важнейшей компонентой изучения дисциплины «Введение в астрофизику» и включает в основном работу с конспектами лекций и рекомендованной литературой, подготовку выступлений на коллоквиумах. Доклады сопровождаются презентацией и общим обсуждением затронутых вопросов.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитория для чтения лекций и проведения практических занятий:

- персональный компьютер Lenovo ThinkPad E125 с лицензионным и свободным программным обеспечением – MS PowerPoint 2007 и Acrobat Reader XI;
- проектор Benq MP770;
- переносной экран.

VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образо-
вания

**«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)**

ИНСТИТУТ НАУКОЁМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Общая астрофизика»

Направление подготовки 03.03.02 Физика

Фундаментальная и прикладная физика (совместно с НИУ ВШЭ, г. Москва)

Форма подготовки очная

**Владивосток
2022**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
	ПК-1.1 Анализирует способы определения видов и типов профессиональных задач, структурирования задач различных групп.	Знает
Умеет		строить физические и математические модели узлов, блоков, устройств, установок электроники и нанoeлектроники
Владеет		навыками построения физических и математических моделей процессов и явлений в фундаментальной и прикладной физике.
ПК-1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения основных типов задач, встречающихся в физике.	Знает	Знает методы решения основных типов задач, встречающихся в физике
	Умеет	Умеет работать с математическим аппаратом эффективных методов решения основных типов задач, встречающихся в физике
	Владеет	Владеет методами и навыками проведения исследования характеристик для решения поставленной задачи
ПК-2.1 Применяет методы научных экспериментальных и теоретических физических исследований, современную приборную базу и информационные технологии.	Знает	Знает возможные методики проведения исследований различных параметров и характеристик процессов и устройств в фундаментальной и прикладной физике.
	Умеет	Умеет выбирать методики для проведения конкретных исследований
	Владеет	Владеет навыками выбора методик научных экспериментальных и теоретических физических исследований, современную приборную базу и информационные технологии. для получения достоверных результатов

№ п/п	Контролируемые темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел I. Основы астрономии.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы к экзамену 1-10,41-50
			умеет	Конспект (ПР-7)	
			владеет	Реферат (ПР-4)	
2	Раздел II. Астрофизика Солнечной системы.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы к экзамену 11-19, 51, 52, 53
			умеет	Конспект (ПР-7)	
			владеет	Реферат (ПР-4)	
3	Раздел III.	ПК-1.1,	знает	Собеседование	Вопросы к

	Звезды и галактики.	ПК-1.2, ПК-2.1		(УО-1)	экзамену 20-33, 54-63
			умеет	Конспект (ПР-7)	
			владеет	Реферат (ПР-4)	
4	Раздел IV. Основы космологии.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы к экзамену 34-40
			умеет	Конспект (ПР-7)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Введение в астрофизику» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Введение в астрофизику» проводится в форме контрольных мероприятий: собеседования, ведения конспекта, рефератов, коллоквиумов, контрольной работы.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в ходе повседневной учебной работы по курсу дисциплины. Данный вид контроля стимулирует обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины, овладению общими компетенциями.

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Введение в астрофизику» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Промежуточная аттестация обучающихся по учебной дисциплине осуществляется в рамках завершения изучения данной дисциплины и позволяет определить качество и уровень ее освоения. Предметом оценки освоения являются умения и знания.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме экзамена (устный опрос в форме ответов на вопросы экзаменационных биле-

тов) и позволяет определить развитие общих компетенций, предусмотренных для ОПОП. Условием допуска к экзамену является успешное освоение обучающимися всех элементов дисциплины.

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену

- 1) Предмет и задачи астрономии. Наблюдательный характер астрономии. Разделы астрономии. Практическое значение астрономии.
- 2) Видимые положения светил. Созвездия. Видимые движения звезд, Солнца, Луны и планет.
- 3) Географические координаты. Небесная сфера. Горизонтальная система небесных координат.
- 4) Первая и вторая системы экваториальных координат. Зависимость высоты полюса мира от астрономической широты места наблюдения. Явления, связанные с суточным вращением небесной сферы.
- 5) Видимые движения планет на фоне звезд. Законы Кеплера.
- 6) Элементы орбит планет. Основные задачи небесной механики.
- 7) Вращение Земли вокруг оси. Смена времен года на Земле.
- 8) Прецессия и нутация земной оси. Следствия прецессионного движения земной оси.
- 9) Орбита Луны и ее возмущения. Видимое движение и фазы Луны. Вращение и либрации Луны.
- 10) Солнечные затмения. Лунные затмения. Сарос.
- 11) Общие сведения о Солнце. Спектр и химический состав Солнца. Светимость Солнца и ее измерение. Температура верхних слоев Солнца.
- 12) Внутреннее строение Солнца. Конвективная зона. Гелиосейсмология.
- 13) Фотосфера. Внешние слои солнечной атмосферы. Хромосфера. Корона.
- 14) Активные образования в солнечной атмосфере. Цикл солнечной активности.
- 15) Общие сведения о планетах. Планетные оболочки, дифференциация недр. Поверхности планет и спутников.
- 16) Атмосферы, климат планет. Планеты и солнечный ветер, магнитосфера. Связь явлений на Солнце и планетах.
- 17) Планеты земной группы и планеты-гиганты.
- 18) Астероиды. Кометы, пылевая материя в межпланетном пространстве. Метеориты.
- 19) Происхождение Солнечной системы.
- 20) Общие сведения о звездах. Спектры и светимости звезд.

- 21) Статистические зависимости между основными характеристиками звезд. Атмосферы звезд.
- 22) Начальная стадия эволюции звезд.
- 23) Стадия главной последовательности.
- 24) Эволюция и переменность красных гигантов. Эволюция звезд с потерей массы.
- 25) Сверхновые звезды. Конечные стадии эволюции звезд. Рентгеновские источники излучения.
- 26) Объекты, принадлежащие нашей Галактике. Определение расстояний до звезд.
- 27) Распределение звезд в Галактике. Звездные скопления и их эволюция.
- 28) Пространственные скорости звезд и движение Солнечной системы. Вращение и масса Галактики.
- 29) Межзвездная пыль. Межзвездный газ. Космические лучи, галактическая корона и магнитное поле Галактики.
- 30) Общая структура Галактики. Проблема шкалы расстояний.
- 31) Структура и типы галактик. Определение расстояний до галактик.
- 32) Состав галактик. Физические свойства галактик. Активность ядер галактик и квазары.
- 33) Пространственное распределение и эволюция галактик.
- 34) Крупномасштабная структура Вселенной. Космологический принцип.
- 35) Модель однородной изотропной Вселенной, основанная на законах Ньютона.
- 36) Кинематика Вселенной: закон Хаббла, пекулярные скорости галактик, красное смещение, поверхностная яркость и парадокс Ольберса.
- 37) Динамика Вселенной: эволюция расширения, критическая плотность, влияние давления.
- 38) Релятивистская космология. Модель «горячей» Вселенной.
- 39) Проблема скрытой массы. Наблюдательные данные: кривые вращения галактик, распределение реликтового излучения, гравитационное линзирование. Кандидаты на роль темной материи: барионная и небарионная темная материя, первичные черные дыры. Холодная и горячая темная материя.
- 40) Наблюдательные эффекты темной энергии, ускорения расширения Вселенной. Парадокс Хаббла-Сэндиджа. Плотность темной энергии. Антитяготение. Гипотезы о природе темной энергии: космологическая постоянная, квинтэссенция.

- 41) Изменения координат светил при суточном движении. Суточное движение Солнца на разных широтах. Изменения экваториальных координат Солнца.
- 42) Астрономические каталоги и звездные карты.
- 43) Принципы измерения времени. Звездное время. Солнечное время. Связь солнечного времени со звездным.
- 44) Системы счета времени. Календарь. Юлианские дни. Линия перемены дат.
- 45) Движение материальной точки под действием силы тяготения. Закон сохранения энергии и типы орбит в задаче двух тел. Возмущенное движение.
- 46) Задача трех и более тел. Точки Лагранжа.
- 47) Определение масс небесных тел.
- 48) Основные задачи наблюдательной астрономии. Пропускание света земной атмосферой. «Точечные» и «протяженные» источники.
- 49) Оптические наблюдения: оптические телескопы, приемники излучения, звездные интерферометры.
- 50) Радиоастрономические наблюдения: радиотелескопы, радиоинтерферометры, метод апертурного синтеза. Рентгеновские телескопы и детекторы.
- 51) Система Плутон-Харон, планеты-карлики. Объекты пояса Койпера и облака Оорта.
- 52) Методы обнаружения планет вокруг звезд. Статистические зависимости экзопланет.
- 53) pp-цикл. Проблема солнечных нейтрино. CNO-цикл. Движение квантов в недрах Солнца и звезд.
- 54) Происхождение химических элементов до элементов железного пика. Уравнения внутреннего строения Солнца и звезд.
- 55) Основные составляющие и проявления межзвездной среды. Пропускание излучения межзвездной средой.
- 56) Физические особенности разреженной космической среды: запрещенные линии, излучение нейтрального водорода, замороженность магнитного поля.
- 57) Объемный нагрев и охлаждение межзвездной среды. Ионизованный водород и зоны НП. Горячий, или «корональный» газ.
- 58) Молекулярные облака, звездообразование и мазеры.
- 59) Особенности эволюции звезд в тесных двойных системах: приближение Роша и полость Роша, перенос масс. Стадии эволюции двойных систем.

- 60) Белые карлики: белые карлики в двойных системах, катаклизмические переменные и новые звезды.
- 61) Нейтронные звезды: внутреннее строение НЗ, оценки масс НЗ.
- 62) Свойства пульсаров: основные свойства, торможение вращения пульсаров. Рентгеновские пульсары.
- 63) Черные дыры. Аккреция на компактные звезды.

**Критерии выставления оценки студенту на экзамене
по дисциплине «Введение в астрофизику»**

Баллы	Оценка экзамена	Требования к сформированным компетенциям
86-100	<i>«отлично»</i>	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил основное содержание дисциплины, стройно излагает материал, умеет тесно увязывать теорию с практикой, владеет техникой вывода физических формул, свободно справляется с задачами, вопросами, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы.
75-85	<i>«хорошо»</i>	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет культурой устной и письменной речи, имеет незначительные замечания по существу изложения материала (неполный вывод формулы).
61-74	<i>«удовлетворительно»</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он обладает знаниями основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
Менее 61	<i>«неудовлетворительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно отвечает на вопросы, не обладает навыками применять естественнонаучные законы для решения профессиональных задач.

Оценочные средства для текущей аттестации

Коллоквиум

Вопросы к коллоквиумам и критерии оценки ответов приведены в приложении 1.

Контрольная работа

- 1) Крупномасштабная структура Вселенной. Космологический принцип. Модель однородной изотропной Вселенной, основанная на законах Ньютона.
- 2) Кинематика Вселенной: закон Хаббла, peculiar скорости галактик, красное смещение, поверхностная яркость и парадокс Ольберса.
- 3) Динамика Вселенной: эволюция расширения, критическая плотность, влияние давления. Релятивистская космология. Модель «горячей» Вселенной.
- 4) Проблема скрытой массы. Наблюдательные данные: кривые вращения галактик, распределение реликтового излучения, гравитационное линзирование. Кандидаты на роль темной материи: барионная и небарионная темная материя, первичные черные дыры. Холодная и горячая темная материя.
- 5) Наблюдательные эффекты темной энергии, ускорения расширения Вселенной. Парадокс Хаббла-Сэндиджа. Плотность темной энергии. Антитяготение. Гипотезы о природе темной энергии: космологическая постоянная, квинтэссенция.

Критерии оценки выполнения контрольной работы

Отметка "Отлично"

1. Верно выполнены все задания.
2. Ответ на вопрос дан полно и логично.

Отметка "Хорошо"

1. Допущены небольшие недочёты в выполнении заданий, не изложено до 10% программного материала.
2. Есть незначительные замечание по существу и форме изложения материала.

Отметка "Удовлетворительно"

1. Допущены существенные недочёты в выполнении заданий, не изложено до 30% программного материала.
2. Допущены неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала.

Отметка "Неудовлетворительно"

1. Не выполнено или выполнено не верно более 30% задания.
2. Допущены существенные ошибки.

Темы рефератов

- 1) Возникновения и основные этапы развития астрономии.
- 2) Принципы измерения времени. Системы счета времени. Календарь. Юлианские дни. Линия перемены дат.
- 3) Движение материальной точки под действием силы тяготения. Задача трех и более тел. Точки Лагранжа.
- 4) Определение масс небесных тел.
- 5) Движение искусственных спутников Земли.
- 6) Радиоастрономические наблюдения: радиотелескопы, радиоинтерферометры, метод апертурного синтеза. Рентгеновские телескопы и детекторы.
- 7) Планеты земной группы.
- 8) Планеты-гиганты.
- 9) Астероиды, планеты-карлики. Объекты пояса Койпера и облака Оорта. Малые тела Солнечной системы.
- 10) Экзопланеты. Методы обнаружения планет вокруг звезд.
- 11) Источники энергии звезд.
- 12) Межзвездная среда. Физические особенности разреженной космической среды: запрещенные линии, излучение нейтрального водорода, замороженность магнитного поля.
- 13) Особенности эволюции звезд в тесных двойных системах.
- 14) Белые карлики: белые карлики в двойных системах, катаклизмические переменные и новые звезды.
- 15) Нейтронные звезды и пульсары.
- 16) Черные дыры.

Критерии оценки реферата

100-86 баллов - выставляется студенту, если студент ясно сформулировал проблему, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены данные актуальных отечественных и зарубежных исследований, наблюдательные и экспериментальные данные. Студент знает и владеет навыком самостоятельной исследовательской работы о теме исследования. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно.

85-76 - баллов - работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объясне-

нии смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные актуальных отечественных и зарубежных исследований, наблюдательные и экспериментальные данные. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы.

75-61 балл - студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы.

60-50 баллов - не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.

Аннотация дисциплины

«Общая астрофизика»

Дисциплина «Общая астрофизика» разработана для студентов очной формы обучения направления подготовки 03.03.02 «Физика», профиль «Фундаментальная и прикладная физика (совместно с НИУ ВШЭ, г. Москва)» в соответствии с требованиями ОС ДВФУ по данному направлению.

Курс «Введение в астрофизику» относится к вариативной части учебного плана, блоку дисциплин по выбору. Трудоёмкость дисциплины – 5 зачетных единиц, 180 академических часов. Предусматриваются лекционные (36 час.) и лабораторные работы (18 час.) с использованием методов активного обучения, самостоятельная работа (126 час. в том числе на подготовку к экзамену 36 час.). Дисциплина реализуется в 5 семестре 3 курса.

Данный курс базируется на материале дисциплин «Механика», «Оптика», «Электричество и магнетизм». Математической основой курса являются основные разделы курса математики (математический анализ, линейная алгебра, векторный и тензорный анализ).

Целью курса «Введение в астрофизику» является изложение основ современной астрономии и астрофизики для бакалавров специальности «Физи-

ка». Основное внимание уделяется изучению основ физических процессов, протекающих в небесных телах и их системах, применению методов физических исследований для изучения астрофизических объектов. Курс призван содействовать формированию у студентов основных представлений о структуре и эволюции Вселенной, современного научного материалистического мировоззрения

Задачи:

- ознакомиться с основными понятиями и теориями астрономии и астрофизики;
- изучить методы исследования космических объектов;
- получить представление о строении и эволюции небесных тел и их систем: Солнечной системы, звезд, галактик, скоплений, Вселенной в целом;
- познакомиться с действием фундаментальных физических законов в условиях космоса.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции (элементы компетенций):

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Научно-исследовательский	ПК-1 Способен применять методы научных исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зару-	ПК-1.1 Применяет методы научных экспериментальных и теоретических физических исследований, современную приборную базу и информационные технологии
		ПК-1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения основных типов задач, встречающихся в физике.

	бежного опыта	
	ПК-2 Способен применять методы научных исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	ПК-2.1 Применяет методы научных экспериментальных и теоретических физических исследований, современную приборную базу и информационные технологии.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-1.1 Применяет методы научных экспериментальных и теоретических физических исследований, современную приборную базу и информационные технологии	Знает методики построения физических и математических моделей процессов и явлений в фундаментальной и прикладной физике.
	Умеет строить физические и математические модели узлов, блоков, устройств, установок электроники и нанoeлектроники
	Владеет навыками построения физических и математических моделей процессов и явлений в фундаментальной и прикладной физике.
ПК-1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения основных типов задач, встречающихся в физике.	Знает методы решения основных типов задач, встречающихся в физике
	Умеет работать с математическим аппаратом эффективных методов решения основных типов задач, встречающихся в физике
	Владеет методами и навыками проведения исследования характеристик для решения поставленной задачи
ПК-2.1 Применяет методы научных экспериментальных и теоретических физических исследований, современную приборную базу	Знает возможные методики проведения исследований различных параметров и характеристик процессов и устройств в фундаментальной и прикладной физике.
	Умеет выбирать методики для проведения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
и информационные технологии. Знает возможные методики проведения исследований различных параметров и характеристик процессов и устройств в фундаментальной и прикладной физике.	конкретных исследований
	Владеет навыками выбора методик научных экспериментальных и теоретических физических исследований, современную приборную базу и информационные технологии. для получения достоверных результатов