

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

**УТВЕРЖДЕНО**

**Директор физтех-школы физики  
и исследований им. Ландау  
А.В. Рогачев**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Прикладная геология и геодинамика
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Общая и прикладная физика Физтех-школа физики и исследований им. Ландау кафедра прикладной геофизики
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: С.А. Тихоцкий, д-р физ.-мат. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры прикладной геофизики 28.01.2022

## Аннотация

В курсе дисциплины «Прикладная геология и геодинамика» рассматривается эволюция природных органических соединений от живого вещества до горючих полезных ископаемых; пути и механизм превращения биомолекул в геологические объекты, их преобразование в седиментогенезе, диагенезе, катагенезе и разрушение в гипергенезе. Излагаются геологические и геохимические аспекты генерации, миграции, аккумуляции и трансформации углеводородов, закономерности размещения месторождений в нефтегазоносных бассейнах (НГБ) разного типа. В рамках курса студенты получают возможность получить базовые теоретические знания на едином нефтегазоносном объекте, а также практический опыт использования различного современного программного обеспечения на реальных объектах нефтегазовой отрасли. На примере различных геологических объектов, имеющих нефтегазопромысловый интерес, проводится полный цикл интерпретации геолого-геофизических данных на региональном (бассейновом), формационном (литологические, петрофизические, геохимические исследования осадочных формаций) и локальном (выделение нефтегазоносных структур) уровнях. Дисциплина предполагает также широкое применение компьютерных (цифровых) технологий моделирования нефтяных систем, реконструкции условий и времени формирования месторождений, оценки геологических рисков.

## 1. Цели и задачи

### Цель дисциплины

- изучение условий генерации нефти и газа и закономерностей формирования месторождений этих основных видов энергетического сырья. Рассматривается эволюция природных органических соединений от живого вещества до горючих полезных ископаемых; процессы превращения биомолекул в геологические объекты, их преобразование в литогенезе.

### Задачи дисциплины

К основным задачам дисциплины получение студентами знаний о:

1. геологическом строении нефтегазоносных бассейнов;
2. базовых приемах интерпретации геофизических данных, направленных на выявление особенностей строения и углеводородной продуктивности недр;
3. основных принципах прогнозирования структуры и свойств осадочных толщ на основе комплексной интерпретации сейсмических и скважинных данных;
4. использовании каротажных данных для определения петрофизических зависимостей;
5. геохимических методах исследования осадочных формаций и количественного и качественного прогнозирования нефтегазоносности недр;
6. методиках подсчета запасов как на региональном, так и на локальном уровнях.

## 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
	ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в области математики и физики и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности
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-1.2 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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- основные принципы геологической интерпретации геофизических данных для решения задач нефтяной геологии,
- современные методики геологической интерпретации геофизических данных,
- методы прогноза структуры и свойств нефтегазопромысловых объектов.

уметь:

- на основании геохимической информации о свойствах и составе углеводородов оценивать их качество,
- интерпретировать геолого-геохимические данные для решения вопросов поиска и разведки горючих ископаемых,
- пользоваться научной литературой для геолого-геохимических обобщений и написания производственных отчетов,
- анализировать базы данных по свойствам и составу горючих ископаемых и органического вещества и обрабатывать их.

владеть:

- навыками постановки геологических задач для решения вопросов нахождения углеводородного сырья, основными элементами качественной и количественной интерпретации геолого-геохимических данных при поисках и разведке горючих ископаемых;
- терминологической базой дисциплины – системой терминов и определений, образующих фундаментальную научную основу дисциплины;
- навыками постановки геологических задач для решения вопросов нахождения углеводородного сырья;
- базовыми программами обработки, качественной и количественной интерпретации геолого-геофизических данных при поисках и разведке горючих ископаемых.

### 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	Введение. Состав и свойства углеводородов	6			6
2	Происхождение углеводородов. Нефтематеринские свиты	2			2
3	Эволюция органического вещества в литогенезе. Коллекторы и флюидоупоры	4			4
4	Миграция нефти и газа. Аккумуляция нефти и газа. Разрушение залежей нефти и газа	8			8
5	Анализ общегеологической информации по исследуемому региону	2			2
6	Интерпретация сейсмических данных. Корреляция данных скважинного каротажа	2			2
7	Анализ нефтегазоматеринских отложений. Определение преимущественного типа флюида	2			2

8	Условия аккумуляции углеводородов. Типы ловушек. Выделение перспективных объектов	2			2
9	Количественная оценка запасов углеводородов	2			2
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: 1 (Осенний)

##### 1. Введение. Состав и свойства углеводородов

Цель, задачи и значение курса. Предмет и методы исследования. Положение геологии и геохимии горючих ископаемых в ряду других наук. Значение нефти, газа в экономике, их место в топливно-энергетическом балансе. Анализ изменения добычи нефти и газа в России, СССР (с конца 19 века до наших дней) и перспективы развития ресурсной базы в России. Ресурсы, запасы и добыча нефти и газа в разных регионах мира. Ознакомление с базой данных (геологические данные по изучаемому региону, 2D или 3D сейсмические данные, каротажные диаграммы, геологические отчеты по скважинам). Сбор литературных данных. Органогенные элементы, входящие в состав горючих ископаемых, их изотопный состав в разных природных объектах. Свойства нефти: органолептические, физические - плотность, показатель преломления, молекулярная масса, вязкость, гидрофобность, растворимость, поверхностное натяжение, температура потери текучести, оптические - оптическая активность, люминесценция. Связь физических свойств с химическим составом. Состав нефти: элементный, фракционный, групповой (масла, твердые парафины, смолы, асфальтены), групповой углеводородный (алкановые, циклоалкановые, ароматические углеводороды (УВ)). Молекулярный состав углеводородов и неуглеводородных (гетероатомных) кислородных, азотистых и сернистых соединений. Хемофоссилии, их связь с биомолекулами живого вещества. Состав и физические свойства природных газов. Углеводородные газы, азот, двуоксид углерода, сероводород, инертные газы. Растворимость газов в жидких УВ. Классификации природных газов. Растворимость жидких УВ в газах - ретроградное испарение. Ретроградная конденсация. Конденсаты, конденсатные системы. Газогидраты - твердые газовые растворы. Условия образования газогидратов, формы проявления, распространенность. Состав, свойства, кристаллическая структура. Уголь. Условия образования углей. Шкала углефикации. Горючие сланцы. Понятие, условия образования, характеристики.

##### 2. Происхождение углеводородов. Нефтематеринские свиты

Органическая концепция. Осадочно-миграционная теория происхождения углеводородов. Неорганическая концепция. Примеры неорганических гипотез – космогенная, вулканогенная, карбидная и т.д. Типы исходного органического вещества. Характеристики и классификации нефтегазоматеринских отложений.

##### 3. Эволюция органического вещества в литогенезе. Коллекторы и флюидоупоры

Геолого-геохимические условия накопления органического вещества в седиментогенезе. Преобразование ОВ в диагенезе. Типы керогена. Катагенез. Основные факторы катагенеза: температура, давление, геологическое время. Мезокатагенез - основной этап генерации УВ флюидов. Понятие о главной зоне («нефтяное окно») и главной фазе нефтеобразования. Емкостно-фильтрационные свойства коллекторов. Пористость, ее виды. Проницаемость, ее виды. Виды и типы коллекторов: первичные, вторичные; поровые, трещинные, кавернозные, биопустотные; терригенные, карбонатные, вулканогенные. Флюидоупоры, их типы; параметры флюидоупоров. Региональные, зональные, локальные флюидоупоры. Факторы, снижающие свойства флюидоупоров. Природные резервуары и их типы.

#### 4. Миграция нефти и газа. Аккумуляция нефти и газа. Разрушение залежей нефти и газа

Подвижность нефти и газа. Виды и типы миграции: первичная, вторичная, вертикальная, латеральная. Силы, обуславливающие перемещение нефти и газа. Давление геостатическое, гидростатическое, динамическое; гравитационные, молекулярные и капиллярные силы. Первичная миграция, эмиграция. Формы первичной миграции: непрерывная нефтяная фаза, водные растворы: молекулярные, коллоидные, мицеллярные. Роль воды и газа в первичной миграции. Геологические и геохимические аспекты первичной миграции. Вторичная миграция - перемещение флюида в коллекторе. Факторы, формы, скорость, дальность. Изменение состава и свойств нефти в процессе вторичной миграции. Роль геологических факторов во вторичной миграции. Третичная миграция (дисмиграция, ремиграция). Изменение состава и свойств нефти в процессе третичной миграции. Ловушки, основное условие их формирования. Генетическая и морфологическая классификация ловушек. Залежи нефти и газа. Основные элементы и параметры залежи: площадь залежи, нефтегазонасыщенная толщина, контуры залежи, нефтяные оторочки, газовые шапки и т.д. Классификации залежей по типу ловушки, по составу флюидов, по режиму. Режим залежи. Давление: замеренное (приведенное), гидростатическое, пластовое. Аномально высокое (АВПД) и аномально низкое (АНПД) давление в залежах и причины их возникновения. Месторождения нефти и газа. Классификация месторождений нефти и газа. Месторождения платформенных и складчатых областей, особенности строения. Гигантские нефтяные и газовые месторождения, условия их формирования, их роль в добыче нефти. Распределение в мире. Гигантские месторождения России, мира. Строение залежей крупных месторождений нефти и/или газа на примере Уренгойского (Западно-Сибирский НГБ), Астраханского (Прикаспийский НГБ), Ромашкинского (Волго-Уральский НГБ), Харьягинского (Тимано-Печорский НГБ), месторождений НГБ Персидского залива и др. Основные нефтегазоносные бассейны России (Западно-Сибирский, Тимано-Печорский, Волго-Уральский и др.). Пространственное распределение скоплений нефти и газа по странам, континентам, стратиграфическому разрезу. Формирование твердых нафтидов. Гипергенетический и катагенетический ряды нафтидов. Продукты физической дифференциации нефти. Состав и свойства нафтидов и нафтоидов.

#### 5. Анализ общегеологической информации по исследуемому региону

Этапы геологического развития объекта. Тектоническое строение. Определение основных тектонических элементов. Стратиграфическое расчленение разреза. Нефтегеологическое районирование территории.

#### 6. Интерпретация сейсмических данных. Корреляция данных скважинного каротажа

Выделение региональных отражающих горизонтов. Построение сейсмогеологических разрезов. Построение структурных карт по основным отражающим горизонтам. Детальная стратификация и поплавовая корреляция разреза. Секвенсстратиграфический анализ. Анализ региональных геологических данных для понимания общей геологической модели. Анализ рисунка сейсмической записи с выделением основных секвенсстратиграфических границ крупного порядка (несогласий, границ максимального затопления и трансгрессивных границ, трактов). Фациальный анализ. Анализ скважинных данных для выделения границ мелкого порядка и для выделения обстановок осадконакопления (фациальных рядов). Прогноз фациальных обстановок по площади. Прогноз архитектуры осадочных тел различного масштаба. Прогноз петрофизических характеристик (фильтрационно-емкостных свойств) коллекторских горизонтов.

## 7. Анализ нефтегазоматеринских отложений. Определение преимущественного типа флюида

Составление аналитической геохимической базы данных по нефтематеринским отложениям в пределах района исследования (состав углеводородных флюидов, характеристики нефтегазоматеринских отложений – насыщенность органическим веществом, тип керогена, нефтегазогенерационный потенциал, степень катагенетической зрелости). Составление аналитической геохимической базы данных по типам УВ флюидов в пределах района исследования (нефтегазопроявления, битумопроявления, скважинные данные). Выделение потенциальных нефтегазоматеринских толщ. Прогноз распространения отложений. Проведение корреляционных зависимостей «нефть – органическое вещество». Одномерное геохимическое бассейновое моделирование истории погружения. Определение критического момента созревания отложений. Определение теплового потока в бассейне. Подсчет количеств сгенерированных жидких/газообразных углеводородов. Составление карт катагенетической зрелости нефтегазоматеринских отложений. Выделение очагов нефтегазообразования.

## 8. Условия аккумуляции углеводородов. Типы ловушек. Выделение перспективных объектов

Выделение нефтегазоносных комплексов. Определение основных коллекторских горизонтов и пластов-флюидопоров в пределах каждого комплекса. Определение потенциальных типов ловушек для каждого комплекса. Анализ перспективности. Анализ сейсмогеологических разрезов и выделение потенциальных ловушек углеводородов в пределах региона исследований. Построение карты перспективных нефтегазоносных объектов.

## 9. Количественная оценка запасов углеводородов

Подсчет запасов для основных перспективных объектов. Детерминистический и вероятностный подходы. Подсчет геологических рисков. Оценка экономической рентабельности разработки перспективных объектов.

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

Учебная аудитория, оснащенная мультимедиапроектором и экраном.

## 6. Перечень рекомендуемой литературы

### Основная литература

1. Экологическая геофизика [Текст] / В. А. Богословский, А. Д. Жигалин, В. К. Хмелевской - М. МГУ, 2000
2. Инженерная геология и охрана природной среды [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. — Ростов-н/Дону : Изд-во Рост. ун-та, 2003. — 352 с.
3. Баженова О.К., Бурлин Ю.К., Соколов Б.А., Хаин В.Е. Геология и геохимия нефти и газа. — М. : Недра, 2004 (второе издание). — 384 с.

### Дополнительная литература

1. Ампилов Ю.П. От сейсмической интерпретации к моделированию и оценке месторождений нефти и газа. Москва, Издательство Спектр, 2008 г.
2. Габриэлянц Г.А., Порожун В.И., Сорокин Ю.В. Методика поисков и разведки залежей нефти и газа. — Москва, Недра. 1985. 304 с.
3. Геофизика: Учебник для вузов / Под редакцией В.К. Хмелевского – М.; Из-во “КДУ” 2008.
4. Кравченко Т.П. Ресурсоведение нефти и газа. Учебное пособие. Москва, ГЕОС, 2004. 196 с.
5. Основы геологии горючих ископаемых. Под ред. И.В.Высоцкого. Авторы: Семенович В.В., Высоцкий И.В., Корчагина Ю.И., Матвеев А.К., Мазор Ю.Р. М., Недра, 1987.
6. Селли Р.К. Введение в седиментологию. М: Недра, 1981.
7. Тиссо Б., Вельте Д. Образование и распространение нефти. М., Мир, 1981.
8. Хант Д. Геохимия и геология нефти и газа. М., Мир, 1982.

**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)**

Подготовленный набор презентаций, содержащих теоретические сведения, рассматриваемые задачи и детальный список литературы

**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 и понятия, 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 преподавателю.

Возможен промежуточный контроль знаний студентов в виде решения задач в соответствии с тематикой занятий.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Общая и прикладная физика Физтех-школа физики и исследований им. Ландау кафедра прикладной геофизики
<b>курс:</b>	<u>1</u>
<b>квалификация:</b>	магистр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Экзамен	
<b>Разработчик:</b>	С.А. Тихоцкий, д-р физ.-мат. наук

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
	ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в области математики и физики и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности
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-1.2 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

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Прикладная геология и геодинамика» обучающийся должен:

### знать:

- основные принципы геологической интерпретации геофизических данных для решения задач нефтяной геологии,
- современные методики геологической интерпретации геофизических данных,
- методы прогноза структуры и свойств нефтегазопромысловых объектов.

### уметь:

- на основании геохимической информации о свойствах и составе углеводородов оценивать их качество,
- интерпретировать геолого-геохимические данные для решения вопросов поиска и разведки горючих ископаемых,
- пользоваться научной литературой для геолого-геохимических обобщений и написания производственных отчетов,
- анализировать базы данных по свойствам и составу горючих ископаемых и органического вещества и обрабатывать их.

### владеть:

- навыками постановки геологических задач для решения вопросов нахождения углеводородного сырья, основными элементами качественной и количественной интерпретации геолого-геохимических данных при поисках и разведке горючих ископаемых;
- терминологической базой дисциплины – системой терминов и определений, образующих фундаментальную научную основу дисциплины;
- навыками постановки геологических задач для решения вопросов нахождения углеводородного сырья;
- базовыми программами обработки, качественной и количественной интерпретации геолого-геофизических данных при поисках и разведке горючих ископаемых.

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

Возможные темы рефератов:

1. История формирования направления нефтяная геохимия и этапы развития.
2. История изучения твердых горючих ископаемых.
3. Роль живого вещества в генерации нефти и угля.
4. Принципы классификаций горючих ископаемых.

5. Изменение органического вещества в литогенезе.
6. Нефтематеринские свиты.
7. Миграция – процесс формирования и разрушения месторождений.
8. Типы природных резервуаров. Классификация залежей нефти и газа.

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

Перечень контрольных вопросов:

1. Какие существуют органолептические и физические свойства нефти?
2. Что такое газогидраты, каковы их свойства? Какие существуют структуры газогидратов?
3. В чем заключается роль диагенеза в формировании нефтематеринского потенциала отложений?
4. Какие существуют методы определения катагенетической преобразованности органического вещества?
5. Флюидоупоры – каковы их виды, характеристики?

Примеры экзаменационных билетов

Билет 1.

1. Органолептические и физические свойства нефти.
2. Фильтрационно-емкостные свойства коллекторов.

Билет 2.

1. Элементный и углеводородный состав нефти.
2. Классификация залежей нефти и газа.

Билет 3.

- 1 Температурные условия образования нефти.
2. Гипотезы происхождения нефти. Органическая и неорганическая гипотеза. Основы.

Билет 4.

1. Состояние углеводородов в газоконденсатных системах.
2. Миграция. Первичная и вторичная миграция. Виды, пути, силы.

Билет 5.

1. Связь между нефтью и органическим веществом. Типы органического вещества
2. Характеристики нефтематеринских пород.

#### **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**

Экзамен проводится в устной форме по билетам. В каждом билете представлено два теоретических вопроса. При проведении экзамена обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося не должен превышать одного астрономического часа.