

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Косенок Сергей Михайлович  
Должность: ректор  
Дата подписания: 18.06.2024 12:46:12  
Уникальный программный ключ:  
e3a68f3eaa1e62674b54f4998099d3d6bfdcf836

Бюджетное учреждение высшего образования  
Ханты-Мансийского автономного округа - Югры  
«СУРГУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Утверждаю  
Проректор по учебно-методической работе  
\_\_\_\_\_ Коновалова Е.В.  
(подпись, расшифровка подписи)

«13» июня 2024 г.

## ПРОГРАММА

государственной итоговой аттестации  
выпускников по направлению подготовки (специальности)

03.03.02

(код)

«Физика»

(наименование направления подготовки, специальности)

Цифровые технологии в геофизике

направленность (профиль) программы, специализация (при наличии)

Квалификация (степень)

бакалавр

(наименование квалификации, степени)

Программа государственной итоговой аттестации выпускников составлена в соответствии с требованиями:

1. Федерального государственного образовательного стандарта высшего (профессионального) образования по направлению подготовки (специальности) 03.03.02 - «Физика» (уровень бакалавриата), утвержденным Приказом Министерства высшего образования и науки Российской Федерации от 07 августа 2020 г. № 891 зарегистрированного в Минюсте РФ от 24.08.2020г. № 59412.

Автор программы:

д.ф.-м.н., профессор Ельников А.В.

Согласование рабочей программы:

Подразделение (кафедра/библиотека)	Дата согласован	Ф.И.О., подпись нач. подразделения
Кафедра экспериментальной физики (ПИ)	23.05.2024 г.	Ельников А.В.
Отдел комплектования	23.05.2024 г.	Дмитриева И.И.

Программа рассмотрена и одобрена заседанием кафедры экспериментальной физики «30» апреля 2024 года, протокол № 03/24

Заведующий кафедрой д.ф.-м.н., профессор Ельников А.В

Программа рассмотрена и одобрена заседанием учебно-методического совета Политехнического Института «15» мая 2024 г, протокол № 04/24

Председатель УМС Политехнического института Паук Е.Н.

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

## 1.1 Общие положения

Программа государственной итоговой аттестации разработана в соответствии с Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», Порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 29.06.2015 г. № 636 (в редакции Приказа Минобрнауки России от 09.02.2016 №86), СТО-2.12.9-17 «Положение о государственной итоговой аттестации».

Государственная итоговая аттестация (далее - ГИА) проводится на основе принципа объективности оценки качества подготовки обучающихся для определения соответствия результатов освоения обучающимися образовательной программы по направлению подготовки (03.03.02 – «Физика») соответствующим требованиям образовательного стандарта.

Программа разработана для обучающихся всех форм обучения.

ГИА включает в себя подготовку и проведение государственного (междисциплинарного) экзамена и защиту выпускной квалификационной работы (далее - ВКР).

Конкретный перечень итоговых аттестационных испытаний, входящих в состав ГИА обучающихся по тому или иному направлению подготовки определяется ФГОС ВО в части требований к итоговой государственной аттестации выпускника. В состав итоговой государственной аттестации обязательно включается защита ВКР.

Целью государственной итоговой аттестации является определение соответствия результатов освоения обучающимися основных профессиональных образовательных программ высшего образования требованиям ФГОС ВО.

К государственной итоговой аттестации допускаются студенты, завершившие в полном объеме курс теоретического обучения и успешно выполнившие все требования учебного плана.

## 1.2 Характеристика профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата

1.2.1 Виды профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники, освоившие программу бакалавриата: научно-исследовательская, проектная.

1.2.2 Перечень компетенций, которыми должен обладать обучающийся в результате освоения образовательной программы:

универсальными компетенциями:

Код и наименование универсальной компетенции выпускника	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
---	--

<p>УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p>	<p>УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие  УК-1.2. Определяет и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи  УК-1.3. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов</p>
<p>УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</p>	<p>УК-2.1. Формулирует проблему, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта  УК-2.2. Определяет связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения  УК-2.3. Анализирует план-график реализации проекта в целом и выбирает способ решения поставленных задач  УК-2.4. В рамках поставленных задач определяет имеющиеся ресурсы и ограничения, действующие правовые нормы  УК-2.5. Оценивает решение поставленных задач в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами контроля, при необходимости корректирует способы решения задач</p>
<p>УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде</p>	<p>УК-3.1. Определяет свою роль в команде, исходя из стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели  УК-3.2. При реализации своей роли в команде учитывает особенности поведения других членов команды  УК-3.3. Анализирует возможные последствия личных действий и планирует свои действия для достижения заданного результата</p>
<p>УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)</p>	<p>УК-4.1. Выбирает стиль общения на государственном языке РФ в зависимости от цели и условий коммуникации  УК-4.2. Представляет результаты академической деятельности в устной и письменной формах при деловом общении на государственном языке РФ и иностранном языке  УК-4.3. Выполняет перевод официальных и профессиональных текстов с иностранного языка на русский язык и с русского языка на иностранный язык с целью деловой коммуникации</p>
<p>УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах</p>	<p>УК-5.1. Осмысляет и интерпретирует историю России в контексте мирового исторического развития  УК-5.2. Учитывает при социальном и профессиональном общении социокультурные традиции различных социальных групп, этносов и конфессий, включая мировые религии, философские и этические учения  УК-5.3. Придерживается принципов толерантности и уважения основополагающих прав человека и гражданина при личностном общении и общении в</p>

	обществе в целях выполнения профессиональных задач и усиления социальной интеграции
УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	<p>УК-6.1. Определяет задачи саморазвития и профессионального роста, распределяет их на долго-, средне- и краткосрочные с обоснованием актуальности и определением необходимых ресурсов для их выполнения</p> <p>УК-6.2. Оценивает требования рынка труда и образовательных услуг для выстраивания траектории собственного профессионального роста средне- и краткосрочные с обоснованием актуальности и определением необходимых ресурсов для их выполнения</p>
УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	<p>УК-7.1. Понимает роль физической культуры и спорта в современном обществе, в жизни человека, подготовке его к социальной и профессиональной деятельности, значение двигательной активности в структуре здорового образа жизни и основы её планирования для поддержания должного уровня физической подготовленности</p> <p>УК-7.2. Использует методы самоконтроля для определения состояния здоровья, уровня физического развития и физической подготовленности в соответствии с нормативными показателями</p> <p>УК-7.3. Поддерживает должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности, регулярно занимаясь физическими упражнениями</p>
УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	<p>УК-8.1. Идентифицирует вредные и опасные факторы среды обитания</p> <p>УК-8.2. Выбирает средства защиты от воздействия вредных и опасных факторов в рамках осуществляемой деятельности</p> <p>УК-8.3. Обеспечивает безопасные условия для своей жизни и деятельности</p> <p>УК-8.4. Разъясняет правила поведения при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения</p> <p>УК-8.5. Оказывает первую доврачебную помощь</p>
УК-9. Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах	<p>УК-9.1. Обладает представлениями о принципах недискриминационного взаимодействия при коммуникации в различных сферах жизнедеятельности, с учетом социально-психологических особенностей лиц с ограниченными возможностями здоровья</p> <p>УК-9.2. Создает в рамках своей профессиональной деятельности условия равной коммуникации,</p>

	социальной и профессиональной самореализации лиц с ограниченными возможностями здоровья
УК-10. Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	УК-10.1. Понимает базовые принципы функционирования экономики и экономического развития, цели, формы участия государства в экономике УК-10.2. Применяет методы личного экономического и финансового планирования для достижения текущих и долгосрочных финансовых целей, использует финансовые инструменты для управления финансами (личным бюджетом), контролирует собственные экономические и финансовые риски
УК-11. Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности	УК-11.1. Демонстрирует понимание содержания коррупции как социально-правового явления и способность выявлять, давать оценку коррупционному поведению и содействовать его пресечению УК-11.2. Демонстрирует понимание сущности экстремизма и терроризма, нормативно-правовых основ противодействия экстремизму и терроризму

общефессиональными компетенциями:

Код и наименование общефункциональной компетенции выпускника	Код и наименование индикатора достижения общефункциональной компетенции
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;	ОПК-1.1. Демонстрирует знания теоретических основ основных разделов физики и математики ОПК-1.2. Применяет полученные фундаментальные знания в области физики в профессиональной деятельности ОПК-1.3. Использует знания в области математических дисциплин для классификации и описания основных физических процессов в сфере своей профессиональной деятельности
ОПК-2. Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;	ОПК-2.1. Применяет основные методы исследования физических объектов ОПК-2.2. Применяет знания в области физики для проведения научных исследований физических свойств объектов ОПК-2.3. Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные
ОПК-3. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач	ОПК-3.1. Использует ресурсы сети Интернет для решения задач профессиональной деятельности ОПК-3.2. Выбирает современные информационные технологии для обработки результатов исследований с учетом основных требований информационной безопасности

профессиональной деятельности	ОПК-3.3. Решает задачи профессиональной деятельности с использованием существующих информационно-коммуникационных технологий с учетом основных требований информационной безопасности
-------------------------------	---

профессиональными компетенциями:

Код и наименование профессиональной компетенции выпускника	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
<b>Тип задач - научно-исследовательский</b>	
ПК-1: Способен к проведению работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	ПК-1.1. Проводит анализ и обобщение передового отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований ПК-1.2. Осуществляет сбор, обработку, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний ПК-1.3. Участвует в подготовке и составлении планов и методических программ исследований
ПК-2. Способен к выполнению экспериментов и оформлению результатов исследований	ПК-2.1. Проводит наблюдения и измерения, составляет их описание и формулирует выводы ПК-2.2. Оформляет отчеты (разделы отчетов) по теме или результатам проведенных экспериментов
ПК-3. Способен к проведению работ по регистрации геофизических данных в процессе геофизических исследований	ПК-3.1. Понимает принципы работы, настройки и калибровки геофизической аппаратуры ПК-3.2. Обрабатывает и анализирует данные геофизических исследований ПК-3.3. Фиксирует данные наблюдений геофизического поля с учетом правил проведения измерений различными геофизическими методами (электрическими, акустическими, радиоактивными, ядерно-магнитного резонанса)
ПК-5. Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности	ПК-5.1. Способен использовать цифровые технологии и инструменты работы с информацией с целью удовлетворения личных, образовательных и профессиональных потребностей ПК-5.2. Способен ставить задачи и разрабатывать алгоритмы решения с использованием инструментов программирования ПК-5.3. Способен использовать математические методы и модели для решения профессиональных задач и разработки новых подходов
<b>Тип задач – проектный</b>	
ПК-4. Способен к проведению проектных	ПК-4.1. Проводит сбор и анализ исходных данных для проектирования приборов и устройств.

работ и оформлению их результатов в соответствии с техническим заданием	ПК-4.2. Оформляет отчеты (разделы отчетов) по теме или результатам проведенных проектных или опытно-конструкторских работ
---	---

## 2. ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

### 2.1. Перечень вопросов, выносимых на государственный экзамен

#### 2.1.1. Общая физика

##### *Раздел «Механика»*

1. Кинематика поступательного и вращательного движения материальной точки (перемещение путь, скорость, мгновенная скорость, ускорение, способы описания движения векторный, координатный, «естественный»).
2. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея. Преобразование скорости и ускорения при переходе к другой системе отсчета
3. Динамика поступательного движения материальной точки (масса, импульс, сила, примеры сил, законы Ньютона, основное уравнение движения, консервативные и диссипативные силы,).
4. Движение тела переменной массы, уравнение Мещерского.
5. Работа, энергия, поле (определение; работа: упругой силы, гравитационной силы, силы тяжести; кинетическая, потенциальная энергия; мощность; поле центральных сил; потенциальная энергия частицы в поле; потенциальная энергия и сила, напряженность, потенциал поля)
6. Описание движения системы материальных точек (импульс системы, закон сохранения импульса, центр масс, уравнение движения центра масс, Ц-система, К-система, связь между энергиями в К- и Ц-системах отсчета, кинетическая энергия системы; собственная механическая энергия системы; закон сохранения механической энергии системы).
7. Столкновения двух частиц. Абсолютно неупругое столкновение. Абсолютно упругое столкновение. Лобовое столкновение. Нелобовое столкновение.
8. Неинерциальные системы отсчета. Основное уравнение динамики в неинерциальной системе. Силы инерции. Особенности сил инерции.
9. Кинематика твердого тела. Поступательное и плоское движение твердого тела. Вращение вокруг неподвижной оси. Связь между линейными и угловыми величинами.
10. Динамика твердого тела. Момент инерции. Теорема Штейнера. Кинетическая энергия вращающегося твердого тела.
11. Момент импульса частицы. Момент Силы. Уравнение моментов. Момент импульса и момент силы относительно оси. Уравнение моментов в проекциях на ось. Закон



сохранения момента импульса. Работа внешних сил при вращении твердого тела вокруг неподвижной оси. Кинетическая энергия при плоском движении.

12. Свободные оси. Главные оси тела. Гироскопы
13. Механика несжимаемой жидкости. Линии и трубки тока. Уравнение неразрывности струи. Уравнение Бернулли. Формула Торричелли.
14. Вязкость. Течение жидкости в трубе круглого сечения.
15. Колебания. Гармонические колебаний. Дифференциальное уравнение гармонического осциллятора. Математический маятник. Физический маятник. Энергия гармонического осциллятора.
16. Затухающие колебания. Уравнение затухающих колебаний. Характеристики затухания. Вынужденных колебания. Уравнение вынужденных колебаний. Резонанс. Энергия вынужденных колебаний.
17. Опыт Майкельсона. Постулаты Эйнштейна. Следствия из постулатов Эйнштейна: замедление времени, равенство поперечных размеров тел, сокращение длины тела.
18. Преобразования Лоренца. Следствия из преобразований Лоренца: понятие одновременности, Лоренцево сокращение. Длительность процессов. Интервал. Преобразование скорости.
19. Релятивистская динамика: импульс, основное уравнение.
20. Кинетическая энергия релятивистской частицы. Закон взаимосвязи массы и энергии. Связь между энергией и импульсом частицы.

#### *Раздел «Молекулярная физика и термодинамика»*

1. Статистический и термодинамический методы. Основные понятия молекулярной физики и термодинамики. Понятие идеального газа, законы идеального газа
2. Уравнение состояния идеального газа.
3. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Физический смысл температуры. Степени свободы. Гипотеза о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Внутренняя энергия идеального газа.
4. Распределение Максвелла. Опытная проверка распределения Максвелла. Характерные скорости. Зависимость распределения Максвелла от температуры. Распределение по энергиям молекул.
5. Распределение Больцмана. Барометрическая формула. Закон распределения Максвелла-Больцмана.
6. Явления переноса в термодинамически неравновесных средах. Средняя длина свободного пробега молекул. Эмпирические уравнения процессов переноса. Молекулярно-кинетическая интерпретация явлений переноса. Анализ коэффициентов переноса.
7. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия, работа газа. Теплоемкость идеального газа. Молярная теплоемкость при постоянном объеме. Молярная теплоемкость при постоянном давлении. Постоянная адиабаты.

8. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. Работа при изопроцессах  
Адиабатический процесс. Политропические процессы.
9. Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы.
10. Энтропия. Свойства энтропии. Изменение энтропии в изопроцессах. Статистический смысл второго начала термодинамики. Энтропия и вероятность
11. Круговой процесс. Термический коэффициент полезного действия для кругового процесса. Цикл Карно.
12. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса Энергия Ван-дер-Ваальсовского газа.
13. Эффект Джоуля-Томсона в газе Ван-дер-Ваальса.
14. Фазовые переходы. Диаграмма состояний. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
15. Жидкое состояние. Поверхностное натяжение. Давление под изогнутой поверхностью. Явления на границах между средами. Капиллярные явления.
16. Кристаллическое состояние. Физические типы кристаллов. Теплоёмкость твердых тел (классическая модель).

#### *Раздел «Электричество и магнетизм»*

1. Электрический заряд. Электрическое поле. Поле точечного заряда. Геометрическое описание электрического поля. Поток вектора  $E$ . Теорема Гаусса. Теорема Гаусса в дифференциальной форме.
2. Теорема о циркуляции вектора  $E$ . Потенциал. Потенциал поля точечного заряда. Потенциал поля системы зарядов. Связь между потенциалом и вектором  $E$ . Эквипотенциальные поверхности.
3. Электрический диполь. Поле диполя. Сила, действующая на диполь. Момент сил, действующих на диполь. Энергия диполя в поле.
4. Влияние вещества на поле. Поле внутри проводника. Поле у поверхности проводника. Силы, действующие на поверхность проводника. Емкость уединенного проводника. Конденсаторы. Емкость плоского конденсатора. Емкость сферического конденсатора. Емкость цилиндрического конденсатора.
5. Диэлектрики. Поляризация. Объемные и поверхностные связанные заряды. Поле в диэлектрике. Поляризованность  $P$ . Связь между  $P$  и  $E$ . Теорема Гаусса для поля вектора  $D$ . Теорема Гаусса для поля вектора  $D$  в дифференциальной форме. Связь между векторами  $D$  и  $E$ . Граничные условия для векторов  $E$  и  $D$ .
6. Электрическая энергия: системы зарядов, взаимодействия, уединенного проводника, конденсатора, электрического поля.
7. Электрический ток. Плотность тока. Уравнение непрерывности. Закон Ома для однородного проводника. Закон Ома в дифференциальной форме. Закон Джоуля-Ленца. Закон Джоуля-Ленца в локальной форме.
8. Сторонние силы. Обобщенный закон Ома. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа. Переходные процессы в электрической цепи с конденсатором

9. Магнитное поле и его характеристики. Принцип суперпозиции закон Био-Савара-Лапласа и его применение к расчету магнитного поля.
10. Закон Ампера. Взаимодействие параллельных токов. Магнитная постоянная. Относительность электрического и магнитного полей и преобразование полей  $E$  и  $B$ .
11. Магнитное поле движущегося заряда. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле.
12. Сила, действующая на контур с током. Момент сил, действующих на контур с током. Работа при перемещении контура с током.
13. Поле в магнетике. Механизм намагничивания. Намагниченность. Токи намагничивания. Циркуляция вектора  $J$ . Теорема о циркуляции вектора  $H$ . Теорема о циркуляции вектора  $H$  в дифференциальной форме. Связь между  $J$  и  $H$ . Связь между  $B$  и  $H$ . Граничные условия для  $B$  и  $H$ . Преломление линий  $B$ .
14. Поле в однородном магнетике. Ферромагнетизм. Основная кривая намагничивания. Магнитный гистерезис. Теория ферромагнетизма.
15. Правило Ленца. Закон электромагнитной индукции. Природа электромагнитной индукции. Явление самоиндукции. Индуктивность.
16. Магнитная энергия тока. Энергия магнитного поля. Магнитная энергия двух контуров с током. Собственная и взаимная энергии. Энергия и силы в магнитном поле.
17. Ток смещения. Уравнения Максвелла в интегральной форме. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме. Граничные условия. Материальные уравнения.
18. Переходные процессы в  $RL$ -цепи. Колебательный контур. Уравнение колебательного контура. Свободные незатухающие колебания. Свободные затухающие колебания. Величины, характеризующие затухание. Вынужденные электрические колебания. Резонансные кривые. Добротность.
19. Переменный ток. Полное сопротивление. Мощность, выделяющаяся в цепи переменного тока.

#### *Раздел «Оптика и квантовая физика»*

1. Законы геометрической оптики. Принцип Ферма. Свойства тонкой линзы
2. Волны. Уравнение волны: плоской, сферической и цилиндрической. Линейное волновое уравнение. Общее волновое уравнение. Интенсивность волны.
3. Волновое уравнение электромагнитной волны. Плоская электромагнитная волна. Связь мгновенных значений  $E$  и  $H$ . Энергия электромагнитной волны. Импульс электромагнитной волны. Шкала электромагнитных волн. Эффект Доплера для электромагнитных волн.
4. Электромагнитная волна на границе раздела. Показатель преломления. Соотношения между амплитудами и фазами. Коэффициенты отражения и пропускания.

5. Интерференция. Когерентность (временная, пространственная). Условие максимума и минимума и их при интерференции от двух отверстий. Интерференционные схемы. Интерференция света при отражении от тонких пленок. Плоскопараллельные пластинки. Клиновидные пластинки. Кольца Ньютона. Просветление оптики.
6. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Зоны Френеля. Спираль Френеля. Пятно Пуассона. Зонная пластинка.
7. Дифракция Фраунгофера. Дифракция Фраунгофера на круглом отверстии. Дифракция от множества отверстий. Дифракция Фраунгофера на щели. Условие минимумов. Распределение интенсивности.
8. Дифракционная решетка. Главные максимумы. Интерференционные минимумы. Интенсивность главных максимумов.
9. Дифракция на пространственной решетке. Условия Лауэ. Формула Брэгга-Вульфа.
10. Поляризация света. Виды поляризации. Естественный свет. Поляризаторы. Степень поляризации. Закон Малюса. Поляризация при отражении и преломлении.
11. Двойное лучепреломление. Одноосные кристаллы. Дихроизм. Поверхности лучевых скоростей. Двупреломляющая пластинка. Искусственное двойное лучепреломления. Анизотропия при деформациях Анизотропия в электрическом поле. Вращение направления линейной поляризации.
12. Дисперсия света. Классическая теория дисперсии. Волновой пакет. Групповая скорость.
13. Поглощение света. Закон Бугера. Коэффициент поглощения. Рассеяние света. Закон Рэлея. Поляризация рассеянного света. Молекулярное рассеяние.
14. Тепловое излучение. Проблема теплового излучения. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина. Формула Рэлея-Джинса. Формула Планка.
15. Фотоэффект. Световые кванты (фотоны). Закономерности фотоэффекта. Формула Эйнштейна.
16. Эффект Комптона. Теория эффекта Комптона Корпускулярно-волновой дуализм.
17. Ядерная модель атома. Формула Резерфорда. Проверка формулы Резерфорда. Постулаты Бора. Опыты Франка-Герца.
18. Закономерности в спектре атома водорода. Боровская модель атома водорода. Спектральные линии водородоподобных систем. Магнитный момент атома водорода. Недостатки теории Бора.
19. Волновые свойства частиц. Гипотеза де-Бройля. Экспериментальные подтверждения гипотезы де-Бройля. Принцип неопределенности. Соотношения неопределенностей. Опыт со щелью.
20. Состояние частицы в квантовой теории. Принцип суперпозиции. Уравнение Шрёдингера. Стационарные состояния. Квантование. Операторы физических величин. Средние значения физических величин. Основные постулаты квантовой теории. Собственные состояния
21. Частица в прямоугольной яме. Квантовый гармонический осциллятор. Потенциальные барьеры. Туннельный эффект.

### *Раздел «Атомная и ядерная физика»*

1. Квантование атома водорода. Кратность вырождения. Символы состояния. Распределение плотности вероятности. Размер атома водорода
2. Уровни и спектры щелочных металлов. Правила отбора.
3. Спин электрона. Полный момент импульса электрона. Тонкая структура спектральных линий.
4. Механический момент многоэлектронного атома. Сложение угловых моментов. Типы связи. Правила отбора.
5. Принцип Паули. Периодическая система элементов Менделеева. Правило Хунда.
6. Тормозное рентгеновское излучение. Характеристические рентгеновские спектры. Закон Мозли. Особенности спектра поглощения. Тонкая структура рентгеновских спектров.
7. Магнитный момент атома. Орбитальный магнитный момент. Опыты Штерна и Герлаха. Спиновый магнитный момент. Полный магнитный момент.
8. Эффект Зеемана. Эффект Пашена-Бака. Электронный парамагнитный резонанс.
9. Состав ядра. Характеристики атомного ядра. Размеры ядер. Масса и энергия связи ядра. Удельная энергия связи.
10. Особенности ядерных сил. Механизм взаимодействия нуклонов. Модели ядер.
11. Радиоактивность. Основной закон радиоактивного распада. Основные типы радиоактивности.
12. Ядерные реакции. Энергия реакции. Энергетическая схема ядерной реакции. Порог реакции.
13. Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия. Систематика элементарных частиц. Бозоны и фермионы. Время жизни. Переносчики взаимодействия. Лептоны. Адроны. Мезоны.
14. Частицы и античастицы. Аннигиляция и рождение пар. Законы сохранения зарядов: барионного, лептонного заряды. Странность  $S$ , шарм (очарование)  $C$  и красота (прелесть)  $b$ . Кварковая модель адронов.

### 2.1.2. Профессиональные дисциплины

#### *Раздел «Петрофизика»*

1. Определение дисциплины «Петрофизика». Научное и практическое значение, место в системе наук о Земле. Горные породы и их модели в петрофизике. Классификация физических свойств горных пород. Неоднородность горных пород, причины изменчивости, характеристики.
2. Пористость горных пород. Типы пористости и определяющие ее факторы. Лабораторные способы определения. Пористость осадочных, магматических и метаморфических пород.
3. Глинистость. Удельная поверхность и извилистость. Определяющие факторы.
4. Влажность, влагоемкость, химически связанная вода. Остаточная вода горных пород. Смачиваемость поверхности твердой фазы. Гидрофильные и гидрофобные

поверхности. Коэффициенты нефте-, газо- и водонасыщения природных коллекторов. Способы определения.

5. Проницаемость горных пород. Определение. Уравнение Дарси. Связь с другими коллекторскими свойствами. Коэффициенты абсолютной, фазовой и относительной проницаемости горных пород. Определяющие факторы, способы определения. Проницаемость различных типов горных пород. Изменение проницаемости пород с глубиной залегания.
6. Плотность горных пород. Определение. Основные зависимости. Способы определения. Плотность различных типов горных пород. Зависимость плотности от термобарических условий.
7. Магнитные свойства горных пород. Типы и основные характеристики магнетизма. 19. Магнитные свойства различных типов горных пород.
8. Удельное электрическое сопротивление (УЭС). УЭС минералов и фаз породы. Электропроводность пористых сред, зависимость от глинистости, насыщения и других факторов. УЭС полностью водонасыщенных пород. Параметр пористости и его значение для интерпретации геофизических данных. УЭС частично водонасыщенных пород. Параметр насыщения и его значение для интерпретации геофизических данных.
9. Диффузионно-адсорбционная активность горных пород. Физико-химические основы, связь с другими характеристиками пород. Диэлектрическая проницаемость. Теория, экспериментальные данные, связь с другими свойствами горных пород. Поляризация горных пород. Физико-химические основы, связь с другими параметрами горных пород.
10. Упругие параметры физических тел. Модули и коэффициенты упругости, понятие об идеально- и дифференциально-упругих средах. Распространение упругих волн в многофазной горной породе. Сейсмические скорости. Уравнение среднего времени. Затухание упругих волн.
11. Тепловые параметры физических тел. Определения основных характеристик. Связь тепловых параметров с другими свойствами горных пород.
12. Ядерно-физические свойства пород. Типы ядерных распадов, их характеристики. Естественная радиоактивность. Закон  $\rho/\lambda$  распада. Взаимодействие гамма-излучения с веществом и их петрофизическая информативность. Нейтронные свойства горных пород. Определение нейтронов, типы их взаимодействия с веществом. Нейтронные свойства горных пород.
13. Взаимосвязь физических свойств горных пород. Типы, природа и характер связей. Методы исследования связей.
14. Петрофизика как основа интерпретации геофизических данных (на примере интерпретационной модели ГИС). Использование петрофизических данных для литологического расчленения разрезов скважин, выделение коллекторов и оценки характера их насыщения.
15. Петрофизика при оценке подсчетных параметров нефтегазоносных залежей. Петрофизическое районирование, петрофизические разрезы. Геологическое значение петрофизических карт и разрезов.

1. Химические элементы, слагающие верхнюю часть литосферы Земли и ее породы. Химические, биохимические, органогенные, обломочные, глинистые породы, каустобиолиты, акаустобиолиты.
2. Органическое вещество в природе. Фотосинтез. Как появились первые каустобиолиты. Содержание углерода в каустобиолитах и в акаустобиолитах. Роль фитопланктона и высших наземных растений в истории Земли в формировании первичного органического вещества.
3. Основные вещества, слагающие ткани отмерших организмов - белки, липиды, лигнин, углеводы, целлюлоза. Особенности соотношения Н/С наземных растений (ароматичность структуры) и морского планктона (алифатическая и алициклическая структура).
4. Липиды, битумы, пиробитумы. Сапропели, их переход в сапропелиты, сопутствующие процессы, образование протонефти. Процессы образования нефти, гидрогенизация.
5. Основные даты формирования каустобиолитов: шунгитов, углей, продуцирование из каустобиолитов нефти и газа. Каустобиолиты. Нефтяной и угольный ряды каустобиолитов. Что такое «нефть». Парафиновые, нафтеновые и ароматические компоненты нефтей.
6. Химический состав нефти. Фракционный состав нефти. Растворимость нефти, мицеллярные растворы. Физические свойства нефти: плотность, вязкость, поверхностное натяжение, температура застывания, оптические свойства нефти. Показатель преломления нефти, люминесценция. Хемофоссилии. Порфирины. Гомологичность реликтовых углеводородов.
7. Химическая классификация нефтей: нефти метановые, метаново-нафтеновые, нафтеновые, нафтеново-метаново-ароматические, ароматические. Товарная и технологическая классификация нефти по: содержанию серы; фракций, перегоняющихся до 350 °С; потенциальному содержанию масел; индексу вязкости; содержанию парафина.
8. Углеводородные газы. Состав и свойства газов: сухие и тощие газы. Давление насыщения. Плотность газов, газонасыщенность. Метан и его гомологи. Двуокись углерода. Азот. Сероводород. Водород. Гелий. Классификация газов по: условиям нахождения; соотношению компонентов.
9. Гидраты природных газов. Газогидраты. Классификация природных газогидратов. Газогидраты: криогенные, седиментогенные, фильтрогенные, диагенетические. Газогидраты морских бассейнов. Газоконденсатные системы. Газоконденсат. Первичные и вторичные газоконденсатные системы.
10. Нафтоиды. Горючие сланцы. Породы-коллекторы. Виды пустотного пространства – поры, каверны, трещины. Характеристика пород-коллекторов по пористости (емкости) и проницаемости. Классификация пустот и пор по размерам. Классификация пор по генезису. Три типа пород-коллекторов по характеру пустот.
11. Породы, в которых могут быть развиты породы-коллекторы: пески и песчаники, алевроиты и алевролиты, известняки (органогенные и оолитовые) и доломиты. Классификация пород-коллекторов. Пористость пород-коллекторов (общая, открытая, эффективная), их проницаемость. Проницаемость пород-коллекторов.

12. Породы-покрышки (флюидоупоры). Типы пород-флюидоупоров: глины, аргиллиты, каменная соль, ангидрит и гипс, мергель. Классификация покрышек по Э.А. Бакирову: региональные, субрегиональные, зональные, локальные; классификация покрышек по соотношению с этажами нефтегазоносности: по петрофизическим свойствам. Трещиноватость. Степень однородности покрышек. Классификация покрышек А.А. Ханина.
13. Породы-коллекторы в отложениях Западной Сибири в: палеозойских; верхнеюрских (васюганская свита), нижнемеловых (ачимовская толща). Строение верхней части васюганской свиты верхнеюрского возраста: подугольной, межугольной и надугольной толщ.
14. Отложения георгиевской и баженовской свит. Условия формирования ачимовской толщи. Формирование пород-коллекторов ачимовской толщи раннего мела. Турбидитные потоки, их повторяемость.
15. Антиклинальные и синклинальные складки. Сбросы и взбросы. Горсты и грабены. Элементы складок: крылья, замок, ядро, вершина складки, осевая плоскость, шарнир складки.
16. Природные резервуары, типы резервуаров: пластовый, массивный (однородный), неоднородный массивный, литологически ограниченный, пластово-массивный. Резервуары: массивный гидротермальный тектонически ограниченный; метасоматический зон трещиноватости; трещинный, карстово-трещинный.
17. Ловушки нефти и газа. Структурные или антиклинальные и все остальные - неантиклинальные ловушки. Типы ловушек по Л.П. Мстиславской. Классификация ловушек нефти и газа по происхождению: структурные или антиклинальные; тектонически экранированные; литологически экранированные, стратиграфические, рифогенные. Ловушки нефти и газа: гидротермальные тектонических зон; метасоматически-трещинные; трещинные; карстово-трещинные.
18. Залежи нефти и газа. Газонефтяной контакт (ГНК). Водонефтяной контакт (ВНК). Внешний и внутренний контуры нефте-газоносности). Длина, ширина, высота и площадь залежи. Классы залежей: структурные; рифогенные; литологические; стратиграфические;
19. Класс структурных залежей; Группы залежей антиклиналей и куполов: сводовые; висячие; тектонически-экранированные; блоковые; приконтактовые.
20. Группа моноклинальных залежей; классы залежей: дизъюнктивно-экранированный; стратиграфически-экранированный; литологически-экранированный; гидравлически-экранированный; осложненных структурным носом. Группа синклинальных залежей: синклинального изгиба.
21. Классы: рифогенных залежей и группа их массивов: в рифогенных образованиях; и литологических залежей; залежи: литологически экранированные; литологически ограниченные.
22. Класс стратиграфических залежей, залежи: под стратиграфическим несогласием; останцовые; выступовые. Залежи смешанного типа.
23. Месторождения нефти и газа: однопластовые и многопластовые; однофазные и двухфазные. Тип пород, к которому приурочены основные известные



месторождения нефти и газа. Зональность в размещении месторождений нефти и газа, нефтегазоносные: провинции; области; районы; зоны.

#### *Раздел «Методы геофизических исследований»*

1. Сущность и назначение геофизических исследований скважин. Изучение технического состояния скважин: инклинометрия, кавернометрия и профилометрия. Исследование скважин в процессе бурения: газовый каротаж, исследование каменного материала. Характеристики скважин как объекта исследования ГИС. Классификации методов геофизики.
2. Структура магнитного поля Земли: нормальное и аномальное поле. Вариации магнитного поля Земли. Магнитный каротаж. Магнитный метод разведки: определение, измеряемые параметры физического поля Земли, единицы измерения поля, понятия «магнитная неоднородность» и «эффективная магнитная восприимчивость».
3. Аппаратура, используемая при магниторазведке: ферромагнитные, протонные и квантовые магнитометры, принцип действия, основные характеристики. Методика магниторазведочных работ: определение, тип съемки, проектная точность, система обхода точек наблюдения, магнитный рейс, учет вариаций магнитного поля, контрольные наблюдения, точность съемки.
4. Электромагнитные поля, используемые в электроразведке, их параметры. Электромагнитное профилирование и зондирование. Области применения электромагнитного зондирования и электромагнитного профилирования.
5. Гравитационный метод разведки: определение, измеряемое физическое поле Земли. Нормальное поле и аномальное гравитационное поле Земли. Поправка на свободный воздух, лунно-солнечные возмущения, промежуточный слой и за рельеф. Прямая и обратная задачи гравиразведки в общем виде и на примере модели шара.
6. Методика гравиразведочных работ: определение, тип съемки, проектная точность, система точек наблюдения, масштаб съемки, система обхода точек наблюдения, гравитационный рейс, контрольные наблюдения, точность съемки. Применение гравиразведки.
7. Аппаратура, используемая при гравиразведке: принцип действия, основные характеристики.
8. Электрический каротаж методами потенциалов самопроизвольной поляризации и потенциалов вызванной поляризации. Электроразведка естественными постоянными электрическими полями (ЕП). Прямая и обратная задача электроразведки. Каротаж сопротивления фокусированными зондами (боковой каротаж). Каротаж сопротивления нефокусированными зондами.
9. Сейсмология. Основные типы волн, используемых в сейсморазведке. Области применения сейсморазведки. Принцип решения прямой кинематической задачи методом преломленных волн для случая плоской наклонной границы. Основные понятия и законы геометрической сейсмологии.

10. Внешние и внутренние источники тепла на Земле. Параметры теплового поля Земли. Локальные и региональные тепловые потоки Термический каротаж Принципы устройства аппаратуры для терморазведки.
11. Природа естественных электрохимических полей. «Теллурики» и «атмосферики».
12. Принципы устройства и назначения аппаратуры, применяемые в радиометрии.
13. Определение ядерной геофизике, разделы, методы и области применения. Радиометрия (гамма и эманационная съемки). Ядерно-физические методы (гамма-гамма и нейтронные). Радиометрия скважин: гамма-каротаж, гамма-гамма-каротаж, нейтронный каротаж, ядерно-магнитный каротаж. Методы и область применения радиометрии
14. Акустический каротаж. Индукционный каротаж. Диэлектрический каротаж. Микрокаротаж.
15. Комплексное применение методов ГИС. Принципы комплексирования геофизических методов.

#### *Раздел «Геофизика»*

1. Оболочки Земли как предмет изучения геофизики.
2. Раздел общей геофизики, изучающий магнитное поле?
3. Как называется раздел разведочной (прикладной) геофизики, изучающий радиационное поле?
4. Какое поле не является видом постоянных естественных электрических полей?
5. Физико-химический процесс самопроизвольного распада неустойчивых ядер атомов (естественная радиоактивность).
6. Методы ГИС применяемые в геофизике. Цель разведочной геофизики.
7. Наиболее прогрессивный метод изучения внутреннего строения Земли
8. Изменение  $g$  внутри Земли и земного ядра. Поправки на третьем уровне детальности в гравиметрии.
9. Переменное магнитное поле Земли. квазипериодические колебания переменного магнитного поля электромагнитные поля техногенного происхождения?
10. Естественные постоянные электрические поля и процесс насыщения воздуха ионами
11. Динамически переменные поля, собственные колебания сейсмического поля Земли и их классы
12. Естественное радиационное поле Земли и его источники, радиоактивные горные породы и природные воды, радиоактивный фон.
13. Внутренние тепловые источники Земли и их взаимодействие. Методы полевой геофизики. Поля, изучаемые геофизикой.

#### *Раздел «Подземная гидродинамика»*

1. Модели фильтрационного течения, флюидов и коллекторов.
2. Основные характеристики пористой среды (пористость, просветность, проницаемость). Истинная средняя скорость и скорость фильтрации, связь между ними. Параметры трещинной среды.

3. Закон Дарси. Нижняя и верхняя границы применимости закона Дарси для пористой среды. Критерии применимости закона Дарси для пористой среды.
4. Потенциал поля скоростей и выражение для закона Дарси через потенциал. Основное уравнение потенциального фильтрационного течения. Закон Дарси для трещинной среды. Критерии применимости закона Дарси для трещинной среды.
5. Характерные особенности трещинно-пористой среды. Система дифференциальных уравнений для трещинно-пористой среды. Внешние и внутренние граничные условия для дифференциального уравнения относительно потенциала. Замыкающие соотношения.
6. Общее дифференциальное уравнение потенциального одномерного потока. Выражения для потенциала и дебита плоскорадиального, прямолинейно-параллельного и радиально-сферического течений.
7. Потенциал несжимаемой жидкости в недеформируемом (пористом) и в деформируемом (трещинном) пласте. Потенциал упругой и сжимаемой жидкости (газа) в недеформируемом (пористом) пласте.
8. Уравнение Дюпюи. Коэффициент продуктивности. Размерность. Депрессия и воронка депрессии. Индикаторная зависимость и индикаторная диаграмма.
9. Нарисовать и объяснить графики давления, скорости фильтрации и индикаторные диаграммы для несжимаемой жидкости в пористом и трещинном и пористом пластах. В каких координатах надо строить диаграммы, чтобы получить прямолинейные зависимости.
10. Соотношение дебитов реального и совершенного газов при одинаковых условиях.
11. Принципиальное отличие зависимости для дебита упругой жидкости от несжимаемой.
12. Виды несовершенств скважины. Совершенная скважина. Приведенный радиус. Относительное вскрытие. Радиус зоны влияния несовершенств по степени и характеру вскрытия. Влияние радиуса скважины на её производительность при линейной фильтрации и различных типов одномерного течения.
13. Основные параметры теории упругого режима. Коэффициент упругоёмкости пласта.
14. Коэффициент пьезопроводности для упругой жидкости и для газовых пластов. Параметр Фурье. Уравнение пьезопроводности упругой жидкости.
15. Приток к скважине в пласте неограниченных размеров (упругий режим) и конечных размеров в условиях упруговодонапорного и замкнуто-упругого режимов. Периодически работающая скважина.
16. Определение коллекторских свойств пласта по данным исследования скважин нестационарными методами. Неустановившаяся фильтрация газа в пористой среде. Уравнение Лейбензона.

2.2. Рекомендации обучающимся по подготовке к государственному экзамену

2.2.1 Перечень вопросов, выносимых на государственный экзамен устанавливает выпускающая кафедра. В случае, если государственный экзамен

является междисциплинарным, указываются все учебные дисциплины, основные вопросы которых включены в его состав.

2.2.2 Приказом ректора университета утверждается государственная экзаменационная комиссия, состав которой доводится до сведения студентов.

2.2.3 Допуск каждого студента к государственным экзаменам осуществляется