

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра геофизики

**Авторы-составители: Гершанок Валентин Александрович
Плешков Лев Дмитриевич**

Рабочая программа дисциплины
РАДИОМЕТРИЯ И ЯДЕРНАЯ ГЕОФИЗИКА
Код УМК 94379

Утверждено
Протокол №10
от «15» июня 2021 г.

Пермь, 2021

1. Наименование дисциплины

Радиометрия и ядерная геофизика

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « С.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Специальность: **21.05.03** Технология геологической разведки

направленность Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Радиометрия и ядерная геофизика** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

21.05.03 Технология геологической разведки (направленность : Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых)

ПК.6 Способен выполнять поверку, калибровку, настройку и эксплуатацию геофизической техники

Индикаторы

ПК.6.1 Выполняет поверку, настройку и калибровку геофизической техники

ПК.6.2 Эксплуатирует геофизическую технику

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	21.05.03 Технология геологической разведки (направленность: Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	11
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	28
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	14
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (11 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Радиометрия и ядерная геофизика

Рассматриваются физические и теоретические основы методов радиометрии и ядерной геофизики, источники природной и техногенной радиоактивности, приборы для регистрации излучений, области применения радиометрических, геохимических и ядерно-геофизических методов в геологии и других областях.,

Ядерно-физические явления в основе методов радиометрии и ядерной геофизики

Рассматриваются основные характеристики гамма и нейтронного излучений, их источники, взаимодействия гамма-квантов и нейтронов с веществом, возникающие при этом вторичные эффекты, а также принципы регистрации гамма-и нейтронного излучения с помощью сцинтилляционных и полупроводниковых детекторов.

Тема 1. Характеристика и взаимодействие гамма-излучения с веществом

Источники гамма-излучения, применяемые в практике ядерно-геофизических исследований. Естественные источники гамма-излучения и их свойства. Статистический закон ослабления гамма-излучения при прохождении через вещество, коэффициенты ослабления гамма-излучения. Виды взаимодействий гамма-квантов: фотоэлектрическое поглощение, комптоновское рассеяние, эффект образования электрон-позитронных пар.

Тема 2. Характеристика и взаимодействие нейтронного излучения с веществом

Источники гамма-излучения, применяемые в практике ядерно-геофизических исследований. Энергетическая классификация нейтронного излучения. Статистический закон ослабления нейтронного излучения при прохождении через вещество, коэффициенты ослабления нейтронного излучения. Виды взаимодействий нейтронов: упругое рассеяние, неупругое рассеяние, радиационный захват, деление и активация ядер.

Тема 3. Устройство и принцип работы полупроводниковых и сцинтилляционных детекторов

Общая схема устройства радиометра, принципы интегральной и спектрометрической регистрации излучений. Физические принципы в основе регистрации излучений сцинтилляционными и полупроводниковыми детекторами, их преимущества и недостатки. Процесс формирования и особенности аппаратного спектра.

Радиометрические и ядерно-геофизические методы каротажа

Рассматриваются ядерно-физические основы основных видов радиоактивного каротажа, метрологическое обеспечение, принципы регистрации излучений в скважине, решаемые задачи. Приводится обзор новейших российских и зарубежных технологий ядерного каротажа.

Тема 4. Современные методы ядерного каротажа

Физические основы, аппаратура и методика основных методов ядерного каротажа: гамма-каротаж (ГК и СГК), гамма-гамма каротаж (ГГК-П и ГГК-ЛП), нейтронный каротаж (ННК), импульсный нейтронный каротаж (ИННК / ИНГК, СИНГК), ядерно-магнитный каротаж (ЯМР-каротаж).

Тема 5. Новейшие технологии ядерного каротажа

Обзор новейших технологий ядерного каротажа российских и зарубежных компаний.

Численное моделирование ядерно-геофизических процессов

Рассматривается наиболее широко применяемый на практике способ решения прямых и обратных задач в радиометрии и ядерной геофизике, его математические основы и примеры применения.

Тема 6. Теоретические основы методов Монте-Карло

Основные понятия теории вероятностей: дискретные и непрерывные случайные величины, центральная предельная теорема теории вероятностей. Общая схема применения методов Монте-Карло.

Тема 7. Методы Монте-Карло в решении ядерно-геофизических задач

Применение методов Монте-Карло для расчета прохождения нейтронов через твердую пластину и калибровки сцинтилляционных детекторов.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Гершанок В. А., Гершанок Л. А. Разведочная геофизика. Радиометрия и ядерная геофизика: учебник / В. А. Гершанок, Л. А. Гершанок. - Пермь: ПГНИУ, 2018, ISBN 978-5-7944-3079-0 - Библиогр.: с. 302
<https://elis.psu.ru/node/565523>
2. Гершанок В. А. Радиометрия и ядерная геофизика: учебное пособие для студентов геологического факультета / В. А. Гершанок. - Пермь, 2012, ISBN 978-5-7944-1924-5. - 1. - Библиогр.: с. 259
<http://k.psu.ru/library/node/202202>

Дополнительная:

1. Михайлов, М. А. Ядерная физика и физика элементарных частиц. Часть 1 : учебное пособие / М. А. Михайлов. — Москва : Прометей, 2011. — 94 с. — ISBN 978-5-4263-0048-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/8306>
2. Хмелевской В. К., Костицын В. И. Основы геофизических методов: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 020302 "Геофизика" / В. К. Хмелевской, В. И. Костицын. - Пермь: Изд-во Перм. гос. ун-та, 2010, ISBN 978-5-7944-1428-8. - 1. - Библиогр.: с. 397-399 <http://k.psu.ru/library/node/201798>
3. Гершанок В. А., Гершанок Л. А., Плешков Л. Д. Ядерно-геофизические методы. Лабораторные работы: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров "Геология" / В. А. Гершанок, Л. А. Гершанок, Л. Д. Плешков. - Пермь: ПГНИУ, 2018, ISBN 978-5-7944-3201-5. - 124. - Библиогр.: с. 123

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

eLibrary.ru Научная электронная библиотека eLIBRARY

elis.psu.ru Цифровая библиотека ПГНИУ

psu.bibliotech.ru Цифровая библиотека «Библиотех»

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Радиометрия и ядерная геофизика** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.
- офисный пакет приложений «MicrosoftOffice»
- приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Reader».
- программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель) «WindowsMediaPlayer».
- программное обеспечение GeoOffice Solver APM «Интерпретация» версия 9.9; GeoOffice Solver APM «Площадная обработка» версия 1.5;
- система информационного обеспечения ГИС «Прайм».

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения лекционных занятий необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения лабораторных занятий необходима учебная геофизическая лаборатория. Состав оборудования представлен в паспорте учебной геофизической лаборатории.

Для проведения мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской, учебная геофизическая лаборатория. Состав оборудования представлен в паспорте учебной геофизической лаборатории.

Для самостоятельной работы используются помещения библиотеки: персональные компьютеры с

доступом к локальной сети университета и доступом к интернету.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, меловой (и) или маркерной доской.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Радиометрия и ядерная геофизика**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ПК.6

Способен выполнять поверку, калибровку, настройку и эксплуатацию геофизической техники

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.6.1 Выполняет поверку, настройку и калибровку геофизической техники</p>	<p>ЗНАТЬ, что такое поверка, для чего необходима калибровка гамма-спектрометрического комплекса. УМЕТЬ выполнять настройку и калибровку гамма-спектрометрического комплекса с помощью контрольного источника.</p>	<p align="center">Неудовлетворител НЕ ЗНАЕТ, что такое поверка, для чего необходима калибровка гамма-спектрометрического комплекса. НЕ УМЕЕТ выполнять настройку и калибровку гамма-спектрометрического комплекса с помощью контрольного источника.</p> <p align="center">Удовлетворительн НЕ ПОЛНОСТЬЮ ЗНАЕТ, что такое поверка, для чего необходима калибровка гамма-спектрометрического комплекса. НЕ УМЕЕТ выполнять настройку и калибровку гамма-спектрометрического комплекса с помощью контрольного источника.</p> <p align="center">Хорошо ЗНАЕТ, что такое поверка, для чего необходима калибровка гамма-спектрометрического комплекса. НЕ УМЕЕТ выполнять настройку и калибровку гамма-спектрометрического комплекса с помощью контрольного источника.</p> <p align="center">Отлично ЗНАЕТ, что такое поверка, для чего необходима калибровка гамма-спектрометрического комплекса. УМЕЕТ выполнять настройку и калибровку гамма-спектрометрического комплекса с помощью контрольного источника.</p>
<p>ПК.6.2 Эксплуатирует геофизическую технику</p>	<p>ЗНАТЬ технику безопасной эксплуатации радиометрического оборудования. УМЕТЬ выполнять измерения</p>	<p align="center">Неудовлетворител НЕ ЗНАЕТ технику безопасной эксплуатации радиометрического оборудования. НЕ УМЕЕТ выполнять измерения</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	естественной гамма-активности с помощью радиометрического оборудования.	<p>Неудовлетворител естественной гамма-активности с помощью радиометрического оборудования.</p> <p>Удовлетворительн НЕ ПОЛНОСТЬЮ ЗНАЕТ технику безопасной эксплуатации радиометрического оборудования. НЕ УМЕЕТ выполнять измерения естественной гамма-активности с помощью радиометрического оборудования.</p> <p>Хорошо ЗНАЕТ технику безопасной эксплуатации радиометрического оборудования. НЕ УМЕЕТ выполнять измерения естественной гамма-активности с помощью радиометрического оборудования.</p> <p>Отлично ЗНАЕТ технику безопасной эксплуатации радиометрического оборудования. УМЕЕТ выполнять измерения естественной гамма-активности с помощью радиометрического оборудования.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : 2021

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Тема 1. Характеристика и взаимодействие гамма-излучения с веществом Входное тестирование	Знание теоретических основ радиометрии и ядерной геофизики: законов радиоактивного распада, радиоактивных семейств и их характеристик, основных видов излучения и их свойств, решаемых задач.
ПК.6.2 Эксплуатирует геофизическую технику ПК.6.1 Выполняет поверку, настройку и калибровку геофизической техники	Тема 3. Устройство и принцип работы полупроводниковых и сцинтилляционных детекторов Письменное контрольное мероприятие	Знать ядерно-физические свойства горных пород, основы ядерно-геофизических и радиометрических методов. Знать способы решения прямой и обратной задачи методов радиометрии и ядерной-геофизики.
ПК.6.2 Эксплуатирует геофизическую технику ПК.6.1 Выполняет поверку, настройку и калибровку геофизической техники	Тема 5. Новейшие технологии ядерного каротажа Защищаемое контрольное мероприятие	Владеть физическими основами радиометрических и ядерно-геофизических методов, а также их геологической информативностью, знать применяемую на практике аппаратуру и технологии, условия безопасного выполнения геофизических работ. Уметь излагать знания по указанным выше темам в виде доклада, сопровождаемого презентацией.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.6.2 Эксплуатирует геофизическую технику</p> <p>ПК.6.1 Выполняет поверку, настройку и калибровку геофизической техники</p>	<p>Тема 7. Методы Монте-Карло в решении ядерно-геофизических задач</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Знает реакции взаимодействия гамма-квантов и нейтронов с веществом, а также технологические особенности проведения ядерно-геофизических и радиометрических методов в скважинах.</p> <p>Умеет выполнять симуляцию переноса гамма- и нейтронного излучения в горных породах методом Монте-Карло.</p> <p>Владеет навыками составления алгоритмов симуляции с учетом типа источника, геометрических параметров и петрофизических свойств модели, а также моделируемых необходимых параметров потока частиц.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Тема 1. Характеристика и взаимодействие гамма-излучения с веществом

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Знает естественные радиоактивные нуклиды, энергетическую характеристику их гамма-излучения.	2
Знает основной закон радиоактивного распада, основные радиоактивные константы.	2
Знает перечень геолого-технологических задач, решаемых радиометрическими и ядерно-физическими методами.	2
Знает радиоактивные семейства, процессы превращения радиоактивных изотопов путем альфа-распада и бета-распада.	2
Знает ионизирующую и проникающую способности радиоактивных излучений.	1
Знает основную функцию радиометрических детекторов.	1

Тема 3. Устройство и принцип работы полупроводниковых и сцинтилляционных детекторов

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Знает общую суть и основные этапы симуляции переноса излучений методом Монте-Карло	6

Знает физические основы методов ядерной геофизики и радиометрии	6
Знает как физические свойства горных пород связаны с измеряемыми параметрами ядерно-геофизических методов	4
Знает реакции взаимодействия гамма-квантов и нейтронов с веществом	4
Знает характеристики распределения потока нейтронов и гамма-квантов в среде от точечного источника	4
Знает основные радиоактивные свойства горных пород	3
Знает способы решения прямой задачи методов ядерной геофизики и радиометрии	3

Тема 5. Новейшие технологии ядерного каротажа

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет осуществлять поиск и переработку научной информации, необходимой для анализа современного состояния ядерно-геофизических и радиометрических методов.	13
Знает применяемую на практике аппаратуру и технологии, условия безопасного выполнения геофизических работ.	10
Владеет физическими основами радиометрических и ядерно-геофизических методов и их геологической информативностью.	7

Тема 7. Методы Монте-Карло в решении ядерно-геофизических задач

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет выполнять симуляцию переноса гамма- и нейтронного излучения в горных породах методом Монте-Карло.	8
Умеет задавать начальные параметры симуляции исходя из свойств источника, геометрических параметров симуляции и свойств среды и детектора.	8
Владеет навыками составления алгоритмов симуляции с учетом типа источника, геометрических параметров и петрофизических свойств модели, а также моделируемых необходимых параметров потока частиц.	7
Владеет навыками трансформации равномерного распределения случайной величины к любому требуемому распределению.	7
Знает реакции взаимодействия гамма-квантов и нейтронов с веществом.	5
Знает технологические особенности проведения ядерно-геофизических и радиометрических методов в скважинах.	5