

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой Геофизики



В. Н. Глазнев

04.06.2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.ДВ.08.02 Ядерно-физические методы в рудной геофизике**

- 1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:**  
05.03.01 Геология
- 2. Профиль подготовки/специализации:** Геофизика
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр
- 4. Форма образования:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** геофизики
- 6. Составители программы:** Аузин Андрей Альбертович, д.т.н., профессор
- 7. Рекомендована:** научно-методическим советом геологического факультета,  
протокол № 6 от 04.06.2020 г.
- 8. Учебный год:** 2021                      **Семестр:** 7

**9. Цели и задачи учебной дисциплины:** Целью преподавания дисциплины «Ядерно-физические методы в рудной геофизике» является подготовка владеющих знаниями теоретических и физических основ ядерной физики, обладающих умениями и навыками проведения полевых исследований, обработки и комплексной интерпретации материалов исследований ядерно-физическими методами.

Задачами преподавания дисциплины являются:

- формирование у обучаемых представлений о методах ядерной физики, условиях формирования ядерно-физических полей и способах измерения их параметров, принципах работы современной геофизической аппаратуры;
- получение обучаемыми знаний о методиках проведения геофизических исследований, способах обработки и интерпретации получаемых материалов.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** блок Б1, вариативная часть, дисциплина по выбору.

Требование к входным знаниям: базовые знания, умения и навыки по дисциплинам Математика, Физика, Ядерная физика, Геофизика, Геофизическая аппаратура, Геофизические исследования скважин, Петрофизика.

Дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей: Скважинная геофизика, Промысловая геофизика, Обработка и интерпретация сейсмических данных, Комплексирование геофизических методов, Геолого-геофизические модели.

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):**

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ПК-2	Способность самостоятельно получать геологическую информацию, использовать в научно-исследовательской деятельности навыки полевых и лабораторных геологических исследований (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки)	Знать: сферу применения ядерно-физических методов при проведении исследований в сфере рудной геофизики; и основы методики проведения работ. Уметь: использовать в профессиональной деятельности ядерно-физические исследования. Владеть (иметь навыки): обработки и интерпретации материалов ядерно-физических методов.
ПК-5	Готовность к работе на современных полевых и лабораторных геофизических приборах, установках и оборудовании	Знать: сферу применения и возможности ядерно-физических методов при решении задач рудной геофизики и основные типы аппаратуры и оборудования, применяемые при проведении ядерно-физических исследований. Уметь: решать задачи рудной геофизики ядерно-физическими методами; пользоваться основными типами аппаратуры и оборудования, применяемыми при проведении ядерно-физических исследований. Владеть основными навыками обработки и интерпретации материалов ядерно-физических методов.

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час** (в соответствии с учебным планом) — 2/72.

**Форма промежуточной аттестации** (зачет/экзамен): зачёт.

### 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		7	№ семестра	...
Аудиторные занятия	16	16		
в том числе:				
лекции	16	16		
практические	-	-		
лабораторные				
Самостоятельная работа	56	56		
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – 36 час.)	0	0		
Итого:	72	72		

#### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Введение. Петрофизические основы ядерно-физических методов рудной геофизики.	Роль и место ядерно-физических методов в комплексе геолого-геофизических исследований при поисках и разведке рудных месторождений. Ядерно-физические свойства горных пород и руд.
1.2	Полевые методы ядерной геофизики	Наземная гамма-съемка. Аэро- и морские исследования. Гамма-гамма-, рентгенорадиометрический и нейтронные методы исследований.
1.3	Ядерно-физические методы исследования скважин. Гамма-каротаж.	Интегральный гамма-каротаж (ГК) и спектрометрический гамма-каротаж (ГК-С). Природа естественного гамма-излучения регистрируемого в скважинах и его спектральные характеристики. Задачи, решаемые ГК и ГК-С. Интерпретация материалов и аппаратура ГК и ГК-С.
1.4	Гамма-гамма-каротаж (ГГК).	Взаимодействие гамма-излучения с горными породами. Физические основы плотностного и селективного ГГК. Задачи, решаемые ГГК и интерпретация материалов исследований. Аппаратура ГГК. Микроселективный ГГК.
1.5	Рентгенорадиометрический каротаж (РПК).	Физические основы РПК. Опробование руд металлов с помощью РПК. Методические особенности проведения исследований и интерпретации материалов.
1.6	Нейтронные методы каротажа.	Взаимодействие нейтронов с горными породами. Физические основы нейтронных методов. Нейтрон-нейтронный каротаж по тепловым и надтепловым нейтронам (ННК-Т и ННК-НТ), нейтронный гамма-каротаж (НГК), нейтронный активационный каротаж (НАК), гамма-нейтронный каротаж (ГНК). Спектрометрические модификации нейтронных методов (СНГК, СНАК и пр.). Задачи, решаемые НК. Интерпретация материалов НК. Аппаратура НК. Импульсный нейтронный каротаж (ИНК). Возможности ИНК. Спектрометрия гамма-излучения неупругого рассеивания нейтронов.
1.7	Опробование твердых полезных ископаемых методами ядерной геофизики.	Общие методические вопросы опробования. Опробование руд черных металлов. Опробование руд цветных и редких металлов. Опробование неметаллических полезных ископаемых.
1.8	Комплексирующее ядерно-физических и других методов каротажа и скважинной геофизики.	Принципы комплексирующего ядерно-физических и других методов каротажа и скважинной геофизики при поисках, разведке и разработке месторождений твердых полезных ископаемых.
<b>2. Практические занятия</b>		
2.1		
<b>3. Лабораторные работы</b>		
3.1		

## 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)					Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Контроль	
1	Введение. Петрофизические основы ядерно-физических методов рудной геофизики.	2	-	-	8	-	10
2	Полевые методы ядерной геофизики	2	-	-	6	-	8
3	Гамма-каротаж.	2	-	-	6	-	8
4	Гамма-гамма-каротаж (ГГК).	2	-	-	6	-	8
5	Рентгенорадиометрический каротаж (РПК).	2	-	-	6	-	6
6	Нейтронные методы каротажа.	2	-	-	8	-	10
7	Опробование твердых полезных ископаемых методами ядерной геофизики.	4	-	-	8	-	12
8	Комплексирование ядерно-физических и других методов каротажа и скважинной геофизики.	2	-	-	8	-	10
	Итого:	16	-	-	56	-	72

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

Обучающимся следует использовать опубликованные методические пособия по курсу «Ядерно-физические методы в рудной геофизике» из списка литературы и презентационные материалы электронного курса лекций «Ядерно-физические методы в рудной геофизике» на Образовательном портале ВГУ – <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2430>.

### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Мейер, Владимир Александрович. Геофизические исследования скважин : учебное пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых" / В.А. Мейер. — Л. : Изд-во Ленинград. ун-та, 1981. — 463 с. : ил., табл.
2	Мейер, Владимир Александрович. Методы ядерной геофизики : учебное пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Геофизические методы поисков и разведки" / В.А. Мейер, П.А. Ваганов, Г.А. Пшеничный ; под ред. В.А. Мейера.— Л. : Изд-во Ленинград. ун-та, 1988. — 373,[3] с. : ил. — ISBN 5-288-00306-8.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Скважинная ядерная геофизика : справочник геофизика / [А.Л. Поляченко, В.А. Велижанин, Ф.Х. Еникеев и др.] ; под ред. О.Л. Кузнецова и А.Л. Поляченко. — 2-е изд, перераб. и доп. — М. : Недра, 1990. — 317,[3] с. : ил. — Авт. указаны в огл.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
4	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
5	Электронно-библиотечная система «Лань» <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
6	Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>
7	Электронно-библиотечная система «РУКОНТ» (ИТС Контекстум) <a href="http://rucont.ru">http://rucont.ru</a>
8	Электронно-библиотечная система «Юрайт» <a href="https://lib.vsu.ru/url.php?url=http://www.biblio-online.ru">https://lib.vsu.ru/url.php?url=http://www.biblio-online.ru</a>
9	Электронный курс - <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2430">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2430</a>

\* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

(учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Методические указания к лабораторным работам по курсу " Промысловая геофизика " для студентов 5 курса дневного отделения / Сост. А.А.Аузин .— Воронеж : ВГУ, 1994 .— 16с. — 1,0п.л. 13.
2	Электронный курс - <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2430">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2430</a>

## 17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

№ пп	Программное обеспечение
1	WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmc
2	OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmc
3	Университетская лицензия на программный комплекс для ЭВМ -MathWorks Total Academic Headcount – 25
4	СПС "Консультант Плюс" для образования
5	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах
6	Неисключительные права на ПО KasperskyEndpointSecurity для бизнеса - РасширенныйRussianEdition

Электронный курс лекций «Ядерно-физические методы в рудной геофизике» на Образовательном портале ВГУ – <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2430>.

Программа курса реализуется с применением дистанционных технологий.

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

№ пп	№ аудитории	Адрес	Название аудитории	Тип аудитории	Материально-техническое обеспечение
1	2п	г. Воронеж, Университетская пл.1, корпус 1Б	Лаборатория геофизической аппаратуры	лаборатория	Каротажная станция СКС-1 № 304, скважинный радиометр КУРА-1, геофизический регистратор ZET-048E, частотомеры, генераторы, вольтметры, осциллографы, радиометр СРП-68-2 (1 шт), спектрометр СР-4 (1 шт)
2	101п	г. Воронеж, Университетская пл.1, корпус 1Б	Лаборатория гравимагнитных методов	лаборатория	Компьютер Intel Atom, LCD-проектор BENQ MP 515

## 19. Фонд оценочных средств:

### 19.1 Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ПК-2 Способность самостоятельно получать геологическую информацию, использовать в научно-исследовательской деятельности навыки полевых и лабораторных геологических исследований (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки)	Знать: сферу применения ядерно-физических методов при проведении исследований в сфере рудной геофизики; и основы методики проведения работ. Уметь: использовать в профессиональной деятельности ядерно-физические исследования. Владеть навыками: обработки и интерпретации материалов ядерно-физических методов.	Введение. Петрофизические основы ядерно-физических методов рудной геофизики. Полевые методы ядерной геофизики. Морские и аэроисследования. Ядерно-физические методы исследования скважин. Гамма-каротаж.	Тест № 1 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ
ПК-5 Готовность к работе на современных полевых и лабораторных геофизических приборах, установках и оборудовании	Знать: сферу применения и возможности ядерно-физических методов при решении задач рудной геофизики. Уметь: решать задачи рудной геофизики ядерно-физическими методами; пользоваться основными типами аппаратуры и оборудования, применяемыми при проведении ядерно-физических исследований. Владеть: основными навыками обработки и интерпретации материалов ядерно-физических методов.	Гамма-гамма-каротаж (ГГК). Рентгенорадиометрический каротаж (РРК). Нейтронные методы каротажа.	Тест № 2 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ
		Опробование твердых полезных ископаемых методами ядерной геофизики. Комплексирование ядерно-физических и других методов каротажа и скважинной геофизики.	Тест № 3 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ
<b>Промежуточная аттестация (зачёт)</b> Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ			<b>КИМ № 1</b>

### 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами и фактами, способен применять теоретические знания для решения практических задач ядерно-физических методов в рудной геофизике	Повышенный уровень	Отлично (Зачтено)
Обучающийся владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами и фактами, способен применять теоретические знания для решения практических задач ядерно-физических методов в рудной геофизике, но при этом допускает отдельные ошибки при ответах на вопросы.	Базовый уровень	Хорошо (Зачтено)
Обучающийся владеет, частично, понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен иллюстрировать ответ примерами и фактами, фрагментарно способен применять теоретические знания для	Пороговый уровень	Удовлетворительно (Зачтено)

решения практических задач ядерно-физических методов в рудной геофизике		
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания в базовых положениях и теоретических основах дисциплины, допускает грубые ошибки в иллюстрировании результатов и применении ядерно-физических методов в рудной геофизике	–	Неудовлетворительно (Не зачтено)

### **19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **19.3.1 Перечень вопросов к зачёту:**

1. Роль и место ядерно-геофизических методов в комплексе геолого-геофизических исследований при поисках и разведке рудных месторождений.
2. Взаимодействие нейтронов с горными породами.
3. Ядерно-физические свойства горных пород и руд.
4. Физические основы нейтронных методов.
5. Наземные ядерно-физические исследования.
6. Нейтрон-нейтронный каротаж по тепловым и надтепловым нейтронам (ННК-Т и ННК-НТ), нейтронный гамма-каротаж (НГК), нейтронный активационный каротаж (НАК), гамма-нейтронный каротаж (ГНК).
7. Аэро- и морские исследования.
8. Спектрометрические модификации нейтронных методов (СНГК, СНАК и пр.).
9. Гамма-гамма-, рентгенорадиометрический и нейтронные методы исследований.
10. Задачи, решаемые НК.
11. Интегральный гамма-каротаж (ГК) и спектрометрический гамма-каротаж (ГК-С).
12. Интерпретация материалов НК.
13. Природа естественного гамма-излучения регистрируемого в скважинах и его спектральные характеристики. Задачи, решаемые ГК и ГК-С.
14. Аппаратура НК.
15. Интерпретация материалов и аппаратура ГК и ГК-С.
16. Импульсный нейтронный каротаж (ИНК).
17. Взаимодействие гамма-излучения с горными породами.
18. Возможности ИНК.
19. Физические основы плотностного и селективного ГГК.
20. Спектрометрия гамма-излучения неупругого рассеивания нейтронов.
21. Задачи, решаемые ГГК и интерпретация материалов исследований.
22. Общие методические вопросы опробования.
23. Аппаратура ГГК. Микроселективный ГГК.
24. Опробование руд черных металлов.
25. Физические основы РПК.
26. Опробование руд цветных и редких металлов.
27. Опробование руд металлов с помощью РПК.
28. Опробование неметаллических полезных ископаемых.
29. Методические особенности проведения исследований и интерпретации материалов.
30. Принципы комплексирования ядерно-физических и других методов каротажа и скважинной геофизики при поисках, разведке и разработке месторождений твердых полезных ископаемых.

#### **19.3.2 Перечень практических заданий**

#### **19.3.3 Тестовые задания**

##### **Тест № 1**

1. Роль и место ядерно-геофизических методов в комплексе геолого-геофизических исследований при поисках и разведке рудных месторождений.
2. Ядерно-физические свойства горных пород и руд.
3. Наземная гамма-съёмка.
4. Аэро- и морские исследования.
5. Гамма-гамма-, рентгенорадиометрический и нейтронные методы исследований.
6. Интегральный гамма-каротаж (ГК) и спектрометрический гамма-каротаж (ГК-С).

7. Природа естественного гамма-излучения регистрируемого в скважинах и его спектральные характеристики.
8. Задачи, решаемые ГК и ГК-С.
9. Интерпретация материалов и аппаратура ГК и ГК-С.

#### **Тест № 2**

1. Взаимодействие гамма-излучения с горными породами.
2. Физические основы плотностного и селективного ГГК.
3. Задачи, решаемые ГГК и интерпретация материалов исследований.
4. Аппаратура ГГК.
5. Микроселективный ГГК.
6. Физические основы РРК.
7. Опробование руд металлов с помощью РРК.
8. Методические особенности проведения исследований и интерпретации материалов.
9. Взаимодействие нейтронов с горными породами.
10. Физические основы нейтронных методов.
11. Нейтрон-нейтронный каротаж по тепловым и надтепловым нейтронам (ННК-Т и ННК-НТ), нейтронный гамма-каротаж (НГК), нейтронный активационный каротаж (НАК), гамма-нейтронный каротаж (ГНК).
12. Спектрометрические модификации нейтронных методов (СНГК, СНАК и пр.).
13. Задачи, решаемые НК.
14. Интерпретация материалов НК.
15. Аппаратура НК.
16. Импульсный нейтронный каротаж (ИНК).
17. Возможности ИНК.
18. Спектрометрия гамма-излучения неупругого рассеивания нейтронов.

#### **Тест № 3**

1. Общие методические вопросы опробования.
2. Опробование руд черных металлов.
3. Опробование руд цветных и редких металлов.
4. Опробование неметаллических полезных ископаемых.
5. Лабораторные ядерно-физические методы исследований.
6. Принципы комплексирования ядерно-физических и других методов каротажа и скважинной геофизики при поисках, разведке и разработке месторождений твердых полезных ископаемых.

#### **19.3.4 Перечень заданий для контрольных работ**

#### **19.3.5 Темы курсовых работ**

#### **19.3.6 Темы рефератов**

#### **19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме(ах): тестирования. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний, позволяющих оценить степень сформированности умений и навыков деятельности ядерно-физических методов в рудной геофизике.

При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.