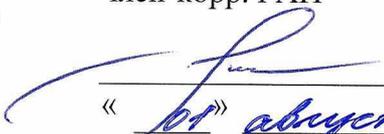


Минобрнауки России
Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки
Федеральный исследовательский центр
«Карельский научный центр
Российской академии наук»
(КарНЦ РАН)

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор КарНЦ РАН
член-корр. РАН


О.Н. Бахмет
« 01 » августа 20 22 г.



**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«ГЕОФИЗИКА»**

**НАУЧНАЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ
1.6.9. ГЕОФИЗИКА**

г. Петрозаводск
2022

Разработчик: кандидат геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией геофизики Институт геологии — обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра "Карельский научный центр Российской академии наук",
Рязанцев Павел Александрович

Пояснительная записка

Программа кандидатского экзамена по специальности 1.6.9 «Геофизика» регламентирует цель, задачи, содержание, организацию кандидатского экзамена, порядок оценки уровня знаний соискателя ученой степени, включает перечень вопросов и рекомендации по подготовке к кандидатскому экзамену.

Программа кандидатского экзамена по специальности 1.6.9 «Геофизика» составлена в соответствии со следующими документами:

- Федеральный закон РФ от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федеральный закон от 23.08.1996 № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» (с изменениями и дополнениями);
- Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» (с изменениями и дополнениями);
- Приказ Министерства науки и высшего образования РФ от 24.02.2021 № 118 «Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, и внесении изменения в Положение о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденное приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.11.2017 № 1093» (с изменениями и дополнениями);
- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 № 951 № Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов);
- Положение о порядке разработки, утверждения и актуализации программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре КарНЦ РАН на основании федеральных государственных требований (утверждено приказом КарНЦ РАН от 05.07.2022 № 130).

Целью проведения кандидатского экзамена по специальной дисциплине является оценка основных параметров подготовки аспирантов и соискателей ученой степени кандидата наук к проведению научных исследований по научной специальности 1.6.9. Геофизика и отрасли науки, по которой подготовлена диссертация. В задачи кандидатского экзамена входит: проверка умений в области решения комплексных задач теории и практики в конкретной научно-исследовательской деятельности; оценка владением основными научными категориями и методами на уровне, позволяющем получать качественные результаты при решении теоретических и прикладных задач в области геофизических дисциплин; способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях с использованием знаний в области геофизики.

Настоящая программа охватывает базовые разделы современной геофизической науки в области развития и применения основных геофизических методов, направленных на изучение внутреннего строения Земли в целях эффективного поиска полезных ископаемых – сейсморазведки, гравиразведки, магниторазведки, электроразведки, а также их связи с фундаментальными науками о Земле. В основу настоящей программы положены следующие дисциплины: петрофизика, физика Земли, сейсморазведка, электроразведка, гравиразведка, магниторазведка, геофизические методы исследования скважин, а также программы соответствующих курсов лекций.

Перечень тем для подготовки к кандидатскому экзамену

Тема №1. Физика Земли. Фигура Земли, ее масса и моменты инерции. Геомагнитное поле и проблема источников энергии, геомагнитное динамо. Электропроводность ядра и мантии. Палеомагнетизм: палеомагнитные полюса и дрейф континентов. Температура в недрах Земли: уравнение теплопроводности, тепловой поток через поверхность Земли. Возраст Земли. Адиабатическая температура и температура плавления в мантии Земли. Модели состава земной коры, мантии и ядра. Принципы изучения вещественного состава Земли; геохимические, петрологические, геологические и геофизические критерии оценки. Реологические свойства Земли.

Тема №2. Сейсмология. Основные понятия об очаге землетрясения. Энергия землетрясений: шкала магнитуд (по Рихтеру), энергетические классы, баллы сотрясаемости. Сейсмический процесс: закон повторяемости землетрясений и параметры сейсмической активности. Проблема предсказания землетрясений и цунами. Внутреннее строение Земли по сейсмическим данным. Основные зоны: ядро, мантия, их сейсмические характеристики. Собственные колебания Земли. Основные типы колебаний, их роль в изучении глубоких недр Земли.

Тема №3. Гравиразведка. Гравитационное поле и его элементы. Измерения силы тяжести. Гравитационный потенциал. Потенциал силы тяжести. Редукция силы тяжести. Прямая и обратная задачи гравиразведки. Методы изучения гравитационного поля. Гравиметрическая съемка. Методы изучения фигуры Земли. Изучение глубинного строения земной коры, верхней мантии, кристаллического фундамента, осадочной толщи.

Тема №4. Магниторазведка. Магнитное поле Земли и его происхождение. Вариации магнитного поля. Палеомагнетизм. Методы измерения элементов земного магнетизма. Методика магниторазведочных работ. Прямые и обратные задачи магниторазведки. Магнитные свойства горных пород. Качественный и количественный анализ магнитных полей. Применение магниторазведки.

Тема №5. Электроразведка. Физико-геологические модели и электромагнитные свойства горных пород. Естественные и искусственные, постоянные и переменные поля, применяемые в электроразведке. Аппаратура и оборудование для электроразведочных работ. Электромагнитное зондирование. Электромагнитное профилирование. Скважинные методы исследований. Прямые и обратные задачи электроразведки. Интерпретация результатов электромагнитного зондирования и профилирования. Применение электроразведки.

Тема №6. Сейморазведка. Продольные и поперечные волны и их скорости. Принципы геометрической сеймики. Типы сейсмических волн. Скорости волн в горных породах. Зона малых скоростей. Отражающие и преломляющие границы. Сейсмические источники на суше и акватории. Методы полевой и скважинной сейморазведки. 2D- и 3D- сейморазведка. Годографы отраженных и преломленных волн. Линейные и телеметрические сейсмостанции для сухопутных и морских работ. Методика полевых работ. Принципы обработки сейморазведочных данных и ее основные процедуры. Скоростной анализ. Статические и кинематические поправки. Динамическая интерпретация. Области применения сейморазведки.

Тема №7. Геофизическое исследование скважин (ГИС). Виды геофизических работ, выполняемых в скважинах. Классификация методов ГИС. Измерительные установки (зонды), аппаратура и оборудование для проведения ГИС. Прямые и обратные задачи геофизических методов исследования скважин. Особенности влияния скважины на показания методов ГИС. Обработка и интерпретация каротажных диаграмм. Индивидуальная и комплексная интерпретация. Понятие комплекса методов ГИС. Сводная интерпретация данных ГИС. Применение данных каротажа при поисках, разведке и разработке месторождений полезных ископаемых

Тема №8. Комплексирование геофизических методов. Основные цели комплексирования. Принципы комплексирования. Типы классификаций геофизических методов. Понятие о геофизической аномалии. Типы геофизических аномалий. Эффективность выделения аномалий. Влияние помех. Показатель контрастности. Помехи геологического и негеологического происхождения. Погрешности съемок. Планирование точности наблюдений; выбор и расчет сети пунктов наблюдений. Среднеквадратическая погрешность съемки. Густота и форма съемочной сети Масштаб съемочной сети. Комплексная обработка при качественной интерпретации.

Тема №9. Физико-геологическая модель. Понятие о геологической модели. Классификация моделей и видов моделирования. Определение физико-геологической модели. Последовательность физико-геологического моделирования. Петрофизическая модель как основа физико-геологической модели. Понятие структурно-вещественных комплексов как основы ФГМ. Выделение структурно-вещественных комплексов. Последовательности операций формирования, фазы операций формирования представлений ФГМ как объекта исследования. Классификация ФГМ.

Экзаменационные вопросы по Разделу I

«Физика Земли, методы изучения глубинного строения и сейсмичности»

1. Происхождение Солнечной системы и Земли. Энергия аккреции Земли.
2. Источники энергии в недрах Земли. Энергия гравитационной дифференциации.
3. Происхождение атмосферы и гидросферы. Условия существования атмосферы и гидросферы.
4. Гравитация и сила тяжести. Связь силы тяжести, вращения и фигуры Земли.
5. Методы измерения силы тяжести.
6. Лунные и солнечные приливы.
7. Потенциал силы тяжести. Потенциал тяжести сфероидальной Земли.
8. Нормальный и аномальный потенциал силы тяжести, принцип их разделения.
9. Понятие о фигуре Земли. Геоид. Методы определения. Квазигеоид
10. Нормальное поле тяжести Земли.
11. Понятие изостазии, изостатические схемы.
12. Сейсмические волны, их роль в изучении строения Земли. Регистрация сейсмических волн.
13. Типы сейсмических волн. Формулы для скорости сейсмических волн.
14. Определение координат землетрясения. Особенности пространственного распределения очагов землетрясений.
15. Характеристики силы землетрясений (баллы, магнитуда, энергетический класс, момент).
16. Основные оболочки Земли (кора, верхняя и нижняя мантия, внутреннее и внешнее ядро), их свойства по сейсмическим данным.
17. Плотностные модели Земли, общий принцип их построения.
18. Регистрация собственных колебаний Земли. Применение собственных колебаний для построения моделей Земли.
19. Современные радиальные модели Земли, их сходства и различия.
20. Природа основных оболочек и границ в Земле (граница коры и мантии, переходная зона в мантии, граница ядра и мантии).
21. Глобальная геотерма для Земли (модель, ограничения, неопределенности).
22. Гипотезы происхождения Земли и ее термическая история.
23. Тепловой поток на поверхности Земли, методы его измерения, основные результаты.
24. Роль реологии в физике Земли и геодинамике. Обобщенная кривая деформаций.
25. Тип реологического поведения материала. Зависимость поведения от условий нагружения.

26. Реология литосферы, мантии и ядра Земли.
27. Электропроводность и магнитотеллурическое поле Земли.
28. Природа и основные типы магнитотеллурических вариаций.

**Экзаменационные вопросы по Разделу II
«Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных
ископаемых»**

1. Основные задачи полевой геофизики.
2. Понятие геофизического поля, геофизической аномалии. Прямая и обратная задача геофизики.
3. Общие правила проведения геофизических исследований.
4. Виды геофизических съемок: наземные, воздушные, аквальные, подземные.
5. Масштабы геофизических съемок, сеть съемки, понятие о точности геофизической съемки.
6. Гравитационное поле Земли, его нормальное значение.
7. Сила тяжести и ее составляющие.
8. Физический смысл редуцирования аномалий и их использование при решении геологических задач и в геодезии.
9. Гравиразведочная аппаратура, способы измерения силы тяжести, методика гравиметрической съемки.
10. Интерпретация гравитационных аномалий и применение гравиразведки при решении геологических задач.
11. Магнитное поле Земли и его элементы.
12. Магнитные свойства горных пород.
13. Типы полевых магнитометров и методика магниторазведочных работ.
14. Интерпретация магнитных аномалий и применение магниторазведки при решении геологических и технических задач.
15. Электромагнитные свойства горных пород.
16. Методы сопротивлений.
17. Поля физико-химического происхождения.
18. Частотные методы электроразведки.
19. Базовые идеи обработки и интерпретации измерений электроразведки.
20. Физические основы сейсмического метода, законы геометрической съемки.
21. Типы и годографы сейсмических волн.
22. Аппаратура и технические средства сейсморазведки и методика полевых сейсморазведочных работ.
23. Обработка и геологическая интерпретация сейсмических наблюдений.
24. Применение сейсморазведки для решения различных геологических и инженерно-геологических задач.
25. Классификация методов ГИС и современные технологии проведения каротажа.
26. Аппаратура и оборудование ГИС.
27. Определение рационального комплекса геофизических исследований на различных стадиях геологоразведочных работ.
28. Геофизические методы изучения тектоники и геодинамики регионов.
29. Геофизические методы при изучении глубинного строения территорий и акваторий. Тектоническое районирование территории России.
30. Комплексование геофизических методов при поисках и разведке месторождений нефти и газа.
31. Комплексование геофизических методов при поисках и разведке месторождений угля, горючих сланцев, осадочных месторождений.
32. Геофизические и геохимические методы при поисках и разведке рудных месторождений.

33. Комплексирование геофизических методов при поисках и разведке месторождений урана.
34. Комплексирование геофизических методов при поисках алмазоносных кимберлитов.
35. Геофизические методы при поисках подземных вод и инженерно-геологических исследованиях.
36. Геоэкологические исследования.

Критерии оценивания

В основе оценки знаний по дисциплине «Геофизика» лежит требование освоения всех разделов теоретического курса Программы, а также умение логически стройно и аргументировано излагать содержание той или иной проблемы.

Критерии итоговой оценки результатов освоения дисциплины:

Оценка	Критерии
Отлично	Заслуживает слушатель, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной, рекомендованной программой. Оценка «отлично» выставляется усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины и их значение для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.
Хорошо	Заслуживает слушатель, обнаруживший полное знание учебного материала, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Оценка «хорошо» выставляется слушателям, показавшим систематизированный характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.
Удовлетворительно	Заслуживает слушатель, обнаруживший знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка «удовлетворительно» выставляется, допустившим погрешности в ответе на экзамене, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.
Неудовлетворительно	Выставляется слушателю, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала. Оценка «неудовлетворительно» ставится слушателям, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература:

1. Боганик Г.Н., Гурвич И.И. Сейсморазведка: Учебник для вузов. Тверь: Изд-во АИС, 2006. 744 с.
2. Вахромеев А.Г., Нескромных В.В., Попова М.С. Физика Земли. Красноярск: СФУ, 2021. 232 с.
3. Викулин А.В. Физика Земли и геодинамика. Учебное пособие для геофизических специальностей вузов. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамГУ, 2008. 463 с.
4. Воскресенский Ю.Н. Полевая геофизика. Учебник. М.: Недра, 2010. 488 с.
5. Долгаль А.С. Комплексирование геофизических методов. Пермь: Изд-во ПГУ, 2012. 166 с.
6. Егоров А.С., Глазунов В.В., Сысоев А.П. Геофизические методы поисков и разведки месторождений: учебное пособие. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский горный университет, 2016. 276 с.
7. Захаров В.С., Смирнов В.Б. Физика Земли. Москва: Инфра-М, 2016. 328 с.
8. Костицын В.И., Хмелевской В.К. Геофизика: учебник. Пермь: ПГНИУ, 2018. 428 с.
9. Никитин А.А., Хмелевской В.К. Комплексирование геофизических методов: учебник для вузов. Тверь: Изд-во ГЕРС, 2004. 294 с.
10. Светов Б.С. Основы геоэлектрики. М.: Издательство ЛКИ. 2008. 656 с.

Дополнительная литература:

1. Богданович Н.Н., Десяткин А.С., Добрынин В.М., Золоева Г.М. Геофизические исследования скважин: справочник мастера по промышленной геофизике / под редакцией В.Г. Мартынов, Н.Е. Лазуткина, М.С. Хохлова. М: Инфра-Инженерия, 2013. 960 с.
2. Гравиразведка. Справочник геофизика / Под. ред. К.Е. Веселова, Е.А. Мудрецова М.: Недра, 1990. 607 с.
3. Кауфман А.А. Введение в теорию геофизических методов. Часть 1. Гравитационные, электрические и магнитные поля. М.: Недра, 1997. 250 с.
4. Комплексирование методов разведочной геофизики: Справочник геофизика / Под ред. В.В. Бродового, А.А. Никитина. М: Недра, 1984. 384 с.
5. Магниторазведка. Справочник геофизика / Под. ред. В.Е. Никитского, Ю.С. Глебовского. М.: Недра, 1990. 607 с.
6. Магницкий В.А. Внутреннее строение и физика Земли / Ред. А.О. Глико. М: Наука, 2006. 390 с.
7. Сейсморазведка. Справочник геофизика / Под. ред. И.И. Гурвича, В.П. Номоконова. М.: Недра, 1981. 464 с.
8. Соколов А.Г., Черных Н.В. Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. Саратов: Профобразование, 2020. 143 с.
9. Электроразведка. Справочник геофизика / Под. ред. В.К. Хмелевского. М.: Недра, 1981. 464 с.