



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**«Российский государственный геологоразведочный университет  
имени Серго Орджоникидзе»  
(МГРИ)**

## **ПРОГРАММА**

**вступительного испытания по научной специальности**

**1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ**

МОСКВА 2024

## **Аннотация**

**Цель вступительного испытания:** определение сформированности компетенций в области Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, уровня владения знаниями, умениями и навыками для освоения выбранной научной специальности.

**Формат проведения вступительного испытания:** устная форма с использованием дистанционных технологий, которая предусматривает ответ на три вопроса билета (максимальный вес вопроса 2 балла) и собеседование по ранее представленному реферату (максимальный вес 4 балла). Уровень знаний поступающего оценивается по 10-бальной шкале. Итоговая оценка за вступительное испытание формируется путем суммирования выставленных баллов за реферат и ответы на вопросы билета.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение каждого вступительного испытания (далее - минимальное количество баллов), составляет 6 (шесть) баллов.

**Продолжительность (мин):** 1 час (60 мин). Выделенное время предусматривает подготовку, устный ответ поступающего, ответы на вопросы по реферату.

### **1. Требования к профессиональной подготовке поступающего в аспирантуру**

К освоению программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре допускаются лица, имеющие образование не ниже высшего образования - специалитет или магистратура.

Претендент на поступление в аспирантуру должен быть широко эрудирован, иметь фундаментальную научную подготовку, владеть современными информационными технологиями, включая методы получения, обработки и хранения информации, уметь самостоятельно формировать научную тематику, организовывать и вести научно-исследовательскую деятельность по избранной научной специальности.

Требования к уровню специализированной подготовки, необходимому для освоения образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров, и условия конкурсного отбора включают:

#### **навыки:**

- владение самостоятельной научно-исследовательской и научно-педагогической деятельностью, требующей широкого образования в соответствующем направлении;
- организации работы исследовательского коллектива в области компьютерных наук и информатики.
- новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области геофизики, с учетом правил соблюдения авторских прав.

#### **умения:**

- формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской и педагогической деятельности и требующие углубленных профессиональных знаний;
- планировать и проводить опыты и эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты;
- подготавливать научно-технические отчёты, а также публикации по результатам выполнения исследований;
- докладывать и аргументировано защищать результаты выполненной научной работы;
- организовывать, осуществлять и оценивать учебный процесс в образовательных организациях профессионального образования;
- выбирать и эффективно использовать образовательные технологии, методы и средства обучения с целью обеспечения планируемого уровня личностного и профессионального развития обучающегося;

- разрабатывать комплексное методическое обеспечение преподаваемых учебных дисциплин (модулей);
- осуществлять дефрагментацию научно-исследовательских задач, обоснование и планирование этапов научно-исследовательской деятельности;

**знания:**

- исторических этапов развития современного состояния и перспектив Наук о Земле и окружающей среде, применения математических моделей и методов в области геологии и геофизики.
- принципов построения и методологии теоретических и экспериментальных исследований в области компьютерных наук и информатики.
- методов научного исследования в области компьютерных наук и информатики., в том числе с использованием новейших аппаратных и программных средств и информационно-коммуникационных технологий;
- прикладного использования результатов работ в исследовании геолого-геофизических процессов.

## **2. Темы рефератов**

1. Математические модели распространения электромагнитных колебаний в среде при плоском падении волны на поверхность и от сосредоточенного источника.
2. Математические модели социальных, экономических, и экологических процессов.
3. Математические модели в технике и строительстве.
4. Методы решения систем линейных уравнений. Теорема Кронекера Копелли.
5. Численные методы интерполяции и экстраполяции данных.
6. Учет неопределенности случайности в оценке факторов характеризующих обстановку при решении экономических задач.
7. Стохастическое моделирование технических, организационных и экономических систем.
8. Применение регрессионного анализа при обработке петрофизических данных, геофизических полей и данных геофизических исследований скважин.
9. Применение оконного преобразования Фурье для анализа нестационарных процессов.
10. Современные методы цифровой обработки сигналов для выделения полезной информации в сигналах датчиков при малом, среднем и высоком соотношении сигнал/шум.
11. Применение нейронных сетей для обработки геолого-геофизических данных.
12. Технологии цифровой обработки снимков многозональных спектрометров спутникового мониторинга земной поверхности..
13. Математические модели в теории прямых и обратных задач геофизики (сеймики, геоэлектрики, гравиметрии, магнитометрии, геотермики, ядерной геофизики).
14. Математические моделирование в геологии.
15. Построение цифровых геологических, гидродинамических, геодинамических моделей геологической среды и месторождений.
16. Использование искусственного интеллекта в геологических, экономических, экологических, социальных и технических системах.

## **3. Требования, предъявляемые к реферату для вступительного испытания**

Реферат - краткое изложение в письменном виде результатов изучения интересующей научной проблемы, включающее обзор соответствующих литературных и других источников.

1. Реферат должен представлять собой авторское квалифицированное исследование.
2. Реферат должен быть написан в рамках избранной научной направленности (научной специальности).
3. Тема реферата определяется поступающим из предложенного перечня тем рефератов, опубликованных на сайте приемной комиссии, либо может быть согласована с руководителем соответствующего направления подготовки.

4. Тема реферата должна быть связана с проблематикой будущей научной работы (диссертации).

5. Цель написания реферата:

а) показать, что поступающий в аспирантуру имеет необходимые теоретические и практические знания по выбранному направлению научной деятельности;

б) продемонстрировать соответствующий уровень владения основами научной методологии;

в) продемонстрировать наличие самостоятельного исследовательского мышления;

г) продемонстрировать наличие определенного задела по предполагаемой теме научно-квалификационной работы.

6. Реферат должен быть написан научным языком.

7. Объем реферата должен составлять 25-30 стр.

8. Структура реферата:

а) Ключевые слова.

б) Резюме содержания (1-2 абзаца).

в) Введение (не более 3-4 страниц). Во введении необходимо обосновать выбор темы, ее актуальность, очертить степень изученности темы, сформулировать проблему исследования, объект и предмет исследования, цель и задачи исследования, сформулировать выдвигаемую гипотезу, методологическую основу, описать эмпирическую базу реферата.

г) Основная часть состоит из 2-3 разделов и представляет собой последовательное обоснованное описание решения заявленных во введении задач и, как следствие, достижение цели реферата. Включает описание теоретических, теоретико-методологических и (или) организационно-правовых основ изучения предмета исследования; аналитический обзор и оценку имеющихся способов решения заявленной исследовательской проблемы; изложение авторской позиции и предложений ее решения

д) Заключение (1-2 страницы). В заключении кратко излагаются методы дальнейшего исследования, а также предполагаемые научные результаты.

е) Список использованной литературы и источников (не меньше 15 источников) в алфавитном порядке, оформленный в соответствии с принятыми правилами. В список использованной литературы рекомендуется включать работы отечественных и зарубежных авторов, в том числе статьи, опубликованные в научных журналах в течение последних 3-х лет.

ж) Приложение (при необходимости).

9. Требования к оформлению:

а) текст с одной стороны листа;

б) шрифт Times New Roman;

в) кегль шрифта 14;

г) межстрочное расстояние 1,5;

д) поля: сверху 2,5 см, снизу - 2 см, слева - 3 см, справа 1,5 см;

е) реферат должен быть представлен в электронном виде, формат PDF;

ж) титульный лист оформляется в соответствии с образцом;

з) библиографические ссылки, включенные в текст реферата, и библиографический список в конце работы должны быть составлены в соответствии с государственными требованиями к библиографическому описанию документа.

10. Критерии оценки реферата:

Новизна текста:

а) актуальность темы исследования;

б) уникальность сформулированных гипотезы и выводов;

в) умение работать с литературой, самостоятельно систематизировать и структурировать материал;

г) стилевое единство текста, единство жанровых черт.

Степень раскрытия сущности вопроса:

- а) соответствие содержания теме реферата;
- в) соответствие целей и задач проблеме исследования, соответствие текста задачам исследования;
- г) обоснованность способов и методов работы с материалом;
- е) умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по одному вопросу (проблеме).

Обоснованность выбора источников:

а) оценка использованной литературы: привлечены ли наиболее известные работы по теме исследования (в т.ч. журнальные публикации последних лет, последние статистические данные, сводки, справки и т.д.).

Соблюдение требований к оформлению:

а) насколько верно оформлены ссылки на используемую литературу, список литературы;

б) оценка грамотности и культуры изложения (в т.ч. орфографической, пунктуационной, стилистической культуры), владение терминологией;

в) соблюдение требований к объёму реферата.

Отсутствие плагиата:

а) оригинальность текста не менее 75%;

б) процент заимствований, оформленных в качестве цитат и (или) изложения текста со ссылками на первоисточники, – не более 25%;

в) полное отсутствие неоформленных заимствований.

#### **4. Разделы и темы для подготовки**

##### **1. Математические основы.**

Элементы теории функций и функционального анализа. Понятие меры и интеграла Лебега. Метрические и нормированные пространства. Пространства интегрируемых функций. Пространства Соболева. Линейные непрерывные функционалы. Теорема Хана-Банаха. Линейные операторы. Элементы спектральной теории. Дифференциальные и интегральные операторы.

Экстремальные задачи. Выпуклые множества и функции. Математическое программирование. Необходимые и достаточные условия минимума функции заданной на  $R^n$ . Необходимые и достаточные условия минимума функции заданной на ограниченном множестве  $X \subseteq R^n$ : теорема Куна-Такера, функция Лагранжа, и её седловая точка. Динамическое программирование, динамического программирования.

Теория вероятностей. Математическая статистика. Массовые случайные явления и пространство событий. Элементарные события. Классическое, статистическое, геометрическое определение вероятности. Аксиоматика Колмогорова теории вероятностей. Действия над событиями и их вероятностями. Случайные величины одномерные и многомерные. Представление случайных величин законами их распределений и числовыми характеристиками. Действия над случайными величинами. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Парные, частные и множественный коэффициенты корреляции. Коэффициент детерминации. Гладкая функция случайного аргумента. Дифференциальный и интегральный законы ее распределения, числовые характеристики. Случайные функции. Числовые характеристики случайной функции. Генеральная совокупность и выборка. Выборочные законы распределения и числовые характеристики. Точечные и интервальные оценки числовых характеристик распределения генеральной совокупности. Выдвижение и проверка статистических гипотез. Стратегия Неймана - Пирсона при проверке статистических гипотез. Элементы многомерного статистического анализа: корреляционный анализ Пирсона, дисперсионный анализ, таблицы

сопряженности, проверка значимости различий в выборочных долях при большом и малом количестве наблюдений.

## **2. Информационные технологии**

Принятие решений. Общая проблема решения. Искусственный интеллект. Кластерный анализ и распознавание образов. Метрические и не метрические меры сходства наблюдаемых объектов. Способы оценки близости между кластерами: ближайший и удаленный сосед, средняя связь, по расстоянию между центрами кластеров. Иерархические процедуры кластеризации. Функция максимального правдоподобия и Байесовский подход к распознаванию образов. Использование представления процесса распознавания в виде игры приносящей выгоду или потери при неправильно классифицированном объекте.

## **3. Компьютерные технологии**

Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы решения задач математического программирования: оптимизация на сетке значений переменных, методы случайного поиска с обучением и без обучения, метод покоординатного спуска, проекции градиента, штрафных функций. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др. Численные методы вейвлет-анализа.

Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Имитационное программирование.

Объектно-ориентированные языки. Основные возможности программирования на языках высокого уровня. Пакеты прикладных программ.

Машинное обучение. Задачи решаемые с помощью машинного обучения.

Метод «обратного распространения ошибки» и его использование в машинном обучении.

Нейросети типа «персептрон» и «рекуррентная нейронные сети». Архитектуры нейронных сетей.

Метода «обучения с учителем» и метода «обучение с подкреплением». Другие методы используются для обучения нейронных сетей?

Данные для обучения нейронных сетей. Способы подготовки дата-сетов.

Чем определяется завершение этапа обучения модели? Как оценивается качество обученной нейронной сети?

Что такое «переобучение» в процессе обучения нейронной сети? Какие подходы разработаны для борьбы с переобучением?

По каким метрикам можно оценить качество модели машинного обучения?

Какова роль «гиперпараметров» в процедуре машинного обучения? Какие и как выбрать гиперпараметры для вашей модели?

Какие фреймворки и библиотеки, используемые для программирования искусственных нейронных сетей, вы применяете?

Что такое «функция активации»? Как влияет алгоритм вычисления производной функции активации на скорость обучения?

Что такое «сверточная» нейронная сеть (CNN)? Применения CNN.

В чем отличие «экспертной системы» от «рекомендательной системы»? Как используются нейросети в рекомендательных или экспертных системах?

Какие архитектуры нейронных сетей используются в больших языковых моделях (LLM) и больших мультимодальных моделях?

## **4. Методы математического моделирования.**

Основные принципы математического моделирования. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике. Универсальность математических

моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей

Методы исследования математических моделей. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей.

Математические модели в научных исследованиях. Математические модели в физике, статистической механике, экономике, биологии. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.

### **5. Математические модели в геофизических исследованиях.**

Математические модели в электроразведке, каротаже скважин, гравиметрии и магниторазведке, сейсморазведке и геоэлектрике. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем, применяемых в геофизике.

### **Критерии оценки результатов вступительных испытаний**

Собеседование:

Количество баллов	Критерии оценки
4	В реферате выполнены все требования к написанию реферата: сформулированы цель и задачи, обозначена проблема; сделан глубокий краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, достигнуты цель и решены задачи. Выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны исчерпывающие ответы на дополнительные вопросы
3	В реферате выполнены все требования к написанию реферата: сформулированы цель и задачи, отсутствует проблема; сделан неполный анализ различных точек зрения на тему реферата, не изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью. Не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны полные ответы
2	В реферате выполнены все требования к написанию реферата: сформулированы цель и задачи, отсутствует проблема; не сделан анализ различных точек зрения на тему реферата, не изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта частично. Не выдержан объём и структура реферата; нарушена логическая последовательность в суждениях; на дополнительные вопросы даны не полные ответы
1	имеются существенные отступления от требований к написанию реферата, допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы, доля заимствований превышает нормативное значение
0	Реферат отсутствует или тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы

Ответы по билетам:

Количество баллов	Критерии оценки
2	Вопрос раскрыт полностью и без ошибок, ответ изложен грамотным научным языком без терминологических погрешностей. На дополнительные вопросы даны исчерпывающие ответы

1	Вопрос раскрыт более чем наполовину, но без ошибок, либо имеются незначительные и/или единичные ошибки. На дополнительные вопросы даны не полные ответы
0	Задание не выполнено (ответ отсутствует или вопрос не раскрыт)

## 5. Литература

### Основная

1. Афанасьев А.А., Рыболовлев А.А., Рыжков А.П. Цифровая обработка сигналов.- М. Горячая линия-Телеком, 2019, 356 с.
2. Бахвалов Н.С., Корнев А.А., Чижонков Е.В. Численные методы. Решения задач и упражнения.-М., Лаборатория знаний, 2016, 352с.
3. Блаттер К. Вейвлет-анализ. Основы теории. – М.: Техносфера, 2006.
4. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. М.: Наука, 1988.
5. Вентцель Е.С. Исследование операций. М.: Сов. радио, 1972.
6. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике.- М.: Высшая школа, 2004.
7. Дьяконов В.П. Вейвлеты. От теории к практике. Изд. 2-е дополненное и переработанное. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2004.
8. Калиткин Н.Н. Численные методы. М.: Наука, 1978.
9. Кутузов А.С. Введение в функциональный анализ. (учебное пособие). М.:Директ-Медиа, 2020, 482 с.
10. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Функциональный анализ. М.: Наука, 1984.
11. Лебедев В.В. Математическое моделирование социально-экономических процессов. М.: ИЗОГРАФ, 1997.
12. Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов. – М.: Мир, 2005.
13. Никитин А.А., Петров А.В. Теоретические основы обработки геофизической информации (учебное пособие). Москва, Изд. ГНЦ ВНИИГеосистем, 2010, 112с.
14. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. 2-е изд., испр. М.: Физматлит, 2005, 320 с..
15. Петров А.А., Поспелов И.Г., Шананин А.А. Опыт математического моделирования экономики. М.: Энергоатомиздат, 1996.
16. Фрейзер М.В. Введение в вейвлеты в свете линейной алгебры. – М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2010.
17. Чуличков А.И. Математические модели нелинейной динамики. М.: Физматлит, 2000.
18. Никитин А.А., Хмелевской В.К. Комплексирование геофизических методов [Электронный ресурс/ Текст]: учебник.- М.: ВНИИГеосистем, 2012,- 346 с. Гриф УМО
19. Лобанов А.М. Гравиразведка. Краткий курс [Электронный ресурс/ Текст]: учебное пособие для студентов геологических специальностей,- М., 2017,- 79 с.
20. Романов В.В. Инженерная сейсморазведка: научное издание,- М.: ЕАГЕ Геомодель, 2015.-278 с.
21. Карасевич А.М., Земцов Д.П., Никитин А.А. Новые технологии геофизических исследований при поисках и прогнозе углеводородного сырья: монография.- М.,2010.
22. Алтунин, А.Е. Технологические расчеты при управлении процессами нефтегазодобычи в условиях неопределенности. [Электронный ресурс] / А.Е. Алтунин, М.В. Семухин, О.Н. Кузяков. — Электрон, дан. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2015. — 187 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/91824>

23. Золоева Г.М., Денисов С.Б., Билибин С.И. Геолого-геофизическое моделирование залежей нефти и газа: учеб. пособие для вузов,- М.: Нефть и газ, 2008, 2005,- 172 с. Гриф УМО

Дополнительная

1. Алексеенко В.А. Геохимические методы поисков МПИ: учебник. - М.: Логос, 2000,- 354 с. Гриф МО

2. Вейвлеты в геофизике: обработка сигналов в сейсморазведке / А.Е. Руннова и др.-М.: Университетская книга, 2013.- 190 с.

3. Геофизика: учебник / под ред. В.К. Хмелевского.- М.: КДУ, 2012. - 320 с.

4. Пытьев Ю.П. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем. М.: Физматлит, 2002.

5. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. М.: Наука, 1979.

Интернет-ресурсы

1. <http://vemadsky.lib.ru/> - электронный архив В.И.Вернадского

2. [www.mnr.gov.ru](http://www.mnr.gov.ru) - Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации

3. <http://www.lomonosov-fund.ru/enc/ru/encyclopedia> - статьи по темам лекций на сайте фонда знаний «Ломоносов», интернет-системы, сочетающей в себе электронную библиотеку, открытую энциклопедию, социально-сетевое сообщество и научный журнал