

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Геологический факультет

**УТВЕРЖДАЮ**

**Декан Геологического факультета  
академик**

\_\_\_\_\_/Д.Ю.Пушаровский/

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Комплексирование геофизических методов**

**Автор-составитель: доцент Бобачев А.А.**

**Уровень высшего образования:**

***Магистратура ММ***

**Направление подготовки:**

**05.04.01 Геология**

**Направленность (профиль) ОПОП:**

**Магистерская программа: Геофизика**

Форма обучения:

***Очная***

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

Учебно-методическим Советом Геологического факультета

(протокол № \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_)

Москва 20\_\_

---

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год приема на обучение – 2019.

---

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова  
*Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.*

## **Цели и задачи дисциплины**

**Целью** курса " Комплексирование геофизических методов " является ознакомление студентов с последовательностью развития идей и способов комплексирования геофизических методов на различных стадиях геологоразведочного процесса;- закрепление представлений об организации геолого-геофизических исследований, принципах физико-геологического моделирования с целью выбора наиболее эффективного комплекса методов, последовательности изучения перспективных территорий на различные типы месторождений полезных ископаемых, методики работ, аппаратуры, технологии обработки и принципов комплексной интерпретации. обучение приемам выбора геофизических сетей, точности комплексных съемок, оценок надежности и глубинности методов, расчётам геолого-экономической эффективности различных сочетаний методов с учётом геологической информации о целевых геологических объектах.

**Задачи:** - изучение вопросов, связанных с неоднозначностью решения прямых и обратных задач разведочной геофизики и необходимости комплексных геолого-геофизических исследований с целью повышения однозначности геофизических исследований, проведение физико-геологического моделирования на различных типах месторождений полезных ископаемых и выбор оптимальных сочетаний геофизических методов для решения поставленных целевых геологических задач. определение геологической эффективности комплекса методов на основе оценок отношения сигнал/помеха, надежности разделения целевых объектов, информативности, как отдельными геофизическими методами, так и их различными сочетаниями; изучение способов определения геологической и геолого-экономической эффективности геофизических методов с использованием теории игр, функции потерь при геологическом картировании, поисках и разведке месторождений полезных ископаемых. изучение пакета программ объемного моделирования потенциальных полей, корреляционно- спектрального анализа для выделения всей имеющейся информации в материалах, как отдельных съёмок, так и при их сочетаниях; формирование представлений о проектировании геофизических работ на основные виды полезных ископаемых, при радиоэкологических, экологических и инженерно-геологических исследованиях, строительстве технических сооружений в различных условиях.

**1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО** - вариативная часть, профессиональный цикл, обязательная дисциплина, курс –1, семестр – 2.

### **2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:**

освоение дисциплин «Геофизические методы исследования», «Теория геофизических полей», «Детальные гравимагнитные исследования», «Интерпретация гравитационных и магнитных аномалий», «Электроразведка неоднородных и анизотропных сред», «Теория электромагнитных зондирований» «Экологическая геофизика».

### **3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с компетенциями выпускников.**

Компетенции выпускников, формируемые частично при реализации дисциплины:

ОПК-2. Способность в процессе решения профессиональных задач самостоятельно получать, интерпретировать и обобщать результаты, разрабатывать рекомендации по их практическому использованию.

ОПК-3. Способность применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки.

ПК-2. Способность создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования теоретических и практических знаний в области геологии.

ПК-3. Способность использовать специализированные профессиональные

теоретические знания и практические навыки для проведения прикладных исследований.

ПК-5. Способность использовать современные методы обработки и интерпретации комплексной информации для решения производственных задач.

СПК-1. Способность самостоятельно ставить задачи научных и практических исследований в области геофизики, а также решать их с использованием современных подходов проведению геофизических наблюдений, обработке данных решению прямых и обратных задач, геологической интерпретации результатов.

**Планируемые результаты обучения по дисциплине:**

**Знать:** - основополагающие принципы комплексирования геофизических методов, типовые геофизические комплексы; методику геолого-геофизического картирования, комплексных поисково-оценочных и разведочных работ на различных стадиях исследований.

**Уметь:** определять рациональный комплекс геофизических методов на различные типы месторождений, при инженерно-геологических, геоэкологических исследованиях.

**Владеть:** основными операциями обработки результатов комплексных геолого-геофизических исследований, приемами составления соответствующих карт для последующей интерпретации результатов в геоинформационных системах.

**4. Формат обучения** – лекционные и семинарские занятия.

**5. Объем дисциплины** составляет 3 з.е., в том числе 52 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (16 часа – занятия лекционного типа, 36 часа – занятия семинарского типа), 56 академических часов на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

**6. Содержание дисциплины**, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

**Краткое содержание дисциплины (аннотация):**

Курс «Комплексирование геофизических методов» знакомит студентов с последовательностью развития идей и способов комплексирования геофизических методов на различных стадиях геологоразведочного процесса. Также рассматриваются организация геолого-геофизических исследований, принципы физико-геологического моделирования с целью выбора наиболее эффективного комплекса методов, последовательности изучения перспективных территорий на различные типы месторождений полезных ископаемых, методики работ, аппаратуры, технологии обработки и принципов комплексной интерпретации.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины,  Форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы (виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Раздел 1. Введение		1			1	
Раздел 2 Условия применимости геофизических методов		2		3	3	5
Раздел 3. Физико-геологическое моделирование		2		3	3	5
Раздел 4. Неоднозначность решения обратных задач геофизики.		2		3	3	5
Раздел 5. Выбор рационального геофизического комплекса.		2		3	3	5
Раздел 6. Комплексная обработка и интерпретация геофизических данных.		1		3	4	5
Раздел 7. Глубинная геофизика.		1		2	2	5
Раздел 8. Нефтегазовая и угольная геофизика.		1		3	2	5
Раздел 9. Рудная геофизика.		1		3	2	5
Раздел 10. Нерудная геофизика.		1		2	2	5
Раздел 11. Инженерная геофизика.		1		4	2	5
Раздел 12. Экологическая геофизика		1		2	2	5
Раздел 13. Археологическая и техническая геофизика				3	2	5
Раздел 14. Основы геоинформатики при комплексных геофизических исследованиях				2	2	5
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u>						10
<b>Итого</b>	<b>108</b>			<b>52</b>		<b>56</b>

## **Содержание дисциплины по разделам и темам**

### **1. Введение**

Понятие о геофизическом комплексе. Цель, необходимость комплексирования. Системные принципы изучения целевых геологических объектов геофизических комплексов. Стадийность геологоразведочного процесса на твердые полезные ископаемые и на углеводородное сырье.

### **2. Условия применимости геофизических методов.**

Необходимые и достаточные условия применимости геофизических методов: заметная дифференциация физических свойств, благоприятные геометрические размеры, низкий уровень помех. Основные приемы измерения физических свойств горных пород. Определение геометрических параметров геообъектов в различных геофизических методах. Влияние помех: помехи геологического происхождения (влияние перекрывающих и подстилающих пород, экраны, рельеф, ВЧР) и негеологического происхождения (блуждающие токи, вариации, погрешности).

### **3. Физико-геологическое моделирование.**

Определение физико-геологической модели. Согласование ФГМ. Приемы изображения ФГМ. Структурно-вещественные комплексы. Классификация ФГМ. Сейсмограви-электромагнитное моделирование. Ситуационные критерии адекватности ФГМ в реальной среде на основе обобщенного расстояния между теоретическими рассчитанными и экспериментальными данными.

### **4. Неоднозначность решения обратных задач геофизики.**

Качественная (при оценке геологической природы геофизических аномалий) и количественная (при оценке формы, геометрических параметров и физических свойств горных пород изучаемых объектов) неоднозначность решения обратных задач геофизики в разных методах разведочной геофизики. Приемы сужения неоднозначности решения обратных задач. Теоретическая и практическая эквивалентность. Эквивалентность кривых ВЭЗ.

### **5. Выбор типового, рационального и оптимального геофизического комплекса**

1. Типовые комплексы на разных стадиях геологоразведочного процесса.
2. Определение рационального комплекса.
3. Геологическая и экономическая эффективность рационального геофизического комплекса и способы их оценки.
4. Оценка геологической эффективности на основе понятия надежности разделения объектов и условной энтропии.

### **6. Комплексный анализ и комплексная интерпретация геофизических данных**

Основные принципы комплексного анализа геоданных. Комплексная обработка и интерпретация геофизических данных на основе принципов обучения и самообучения. Алгоритмы комплексного анализа с обучением на эталонных объектах: логические, регрессивные (нейронные сети), проверки статистических гипотез. Комплексный анализ на принципах самообучения: метод главных компонент и метод К-средних. Количественные методы комплексной интерпретации. Принципы геологической интерпретации комплексных геофизических данных.

### **7. Глубинная, структурная и картировочно-поисковая геофизика.**

Методы глубинной геофизики. Сейсмичность Земли. Строение Земли по геофизическим данным. Физическое состояние недр Земли. Концепции тектоники литосферных плит, дрейфа континентов и др. Геофизические методы изучения строения земной коры. Геофизические методы по изучению строения и состава кристаллического фундамента и осадочного чехла. Крупномасштабные картировочно-поисковые геофизические исследования: аэрогеофизические, полевые гравимагнитные, радиометрические, электромагнитное профилирование и зондирование. Изучение четвертичных и покровных образований геофизическими методами. Изучение фундамента

и разрывных нарушений геофизическими методами.

### **8. Нефтегазовая и угольная геофизика.**

Объекты поисков в нефтегазовой и угольной геофизике на разных этапах геологоразведочного процесса.

Геофизические методы при поисках и прогнозе углеводородного сырья. Возможности 2D и 3D- сейсморазведки при поисках и разведки месторождений нефти и газа.

Геофизические критерии регионального и локального прогноза нефтегазовых и угольных месторождений.

Геофизические признаки прямого прогноза углеводородов. Прогноз петрофизических свойств пород. Особенности геофизических методов при поисках и разведке углеводородов на шельфах морей и акваториях.

Моделирование резервуаров нефти и газа.

Компьютерные технологии моделирования резервуаров.

### **9. Рудная геофизика.**

Региональные и поисково-разведочные исследования на рудные полезные ископаемые. Типовые комплексы геофизических методов при региональных и поисково-разведочных работах.

Поиски и разведка черных металлов: физические свойства, типовые и рациональные комплексы.

Поиски и разведка цветных и редких металлов: объекты, физические свойства, комплекс геофизических методов.

Поиски и разведка месторождений радиоактивного сырья, геофизические методы при поисках рассыпных месторождений благородных металлов (золото, платина, алмазы и др.) и их коренных месторождений.

### **10. Нерудная геофизика.**

Общая характеристика нерудных и твердых горючих полезных ископаемых: индустриальное, химическое и агрохимическое сырье, строительное минеральное и строительное сырье.

Задачи нерудной геофизики. Основные геофизические модели в нерудной геофизике. Геофизические методы поисков индустриального, химического и агрохимического сырья. Геофизические комплексы при изучении месторождений строительного минерального сырья.

Глубоководные и подводные месторождения твердых полезных ископаемых и их изучение геофизическими методами.

### **11. Инженерная геофизика.**

Верхняя часть разреза (ВЧР) - основной объект инженерно и инженерно-гидрогеологической геофизики. Основные требования, предъявляемые к геофизическим методам при изучении ВЧР. Геофизические методы при гидрогеологических съемках разного масштаба. Поиски и разведка пресных подземных вод. Геофизические методы поисков и разведки термальных и минеральных вод. Изучение динамики подземных вод и водных толщ, минерализации подземных вод, литологии и флюидонасыщенности горных пород геофизическими методами.

Общая характеристика инженерно-геологической геофизики: съемки разных масштабов и соответствующие им комплексы геофизических методов.

Изучение условий строительства инженерных сооружений и тектонических нарушений геофизическими методами. Изучение физико-геологических явлений и процессов (карст, оползни ит.д.).

Комплексы геофизических методов инженерно-геологических исследований акваторий.

Оценка деформационно-прочностных свойств горных пород по данным сейсморазведки и сейсмоакустики.

Объекты исследований мерзлотно-гляциологической геофизике: мерзлые породы и задачи их изучения, расчленение мерзлых пород и талых горных пород. Изучение ледников геофизическими методами.

### **12. Экологическая геофизика.**

Основные понятия экологической геофизики.

Особенности физико-геологических моделей в экологической геофизике. Геодинамические природно-техногенные процессы и устойчивость геологической среды (сейсмичность, вулканизм, оползневые и карстовые явления, криогенные процессы). Эколого-геофизические исследования и мониторинг геохимического загрязнения окружающей среды, и комплексирование геофизических методов при изучении загрязнения. Техногенное физическое загрязнение, природа и виды загрязнения, оценка загрязнения геофизическими методами.

### **13. Археологическая и техническая геофизика.**

Понятие о культурном слое и особенности выявления в нем объектов.

Археологическая геофизика. Основные методы археологической геофизики при изучении планов древних сооружений (фундаментов зданий и оборонительных стен, рвов, валов и т.д.) археологических памятников, подземных трубопроводов, кладов и т.д. Археомангнитная датировка объектов.

Техническая геофизика. Основные объекты: трубопроводы, силовые кабели, подземные провода связи, тоннели. Геофизические методы их поисков и изучения. Задачи изучения подземных коммуникаций: исследование трасс под строительство трубопроводов, картирование кабелей, оценка состояния гидроизоляции труб и их коррозии, локализация мест утечек, выявление и картирование подземных тоннелей.

### **14. Основы геоинформатики при комплексных геофизических исследованиях.**

Цель и задачи геоинформатики. Понятие о геоинформации, ее измерение и передача.

Цифровые системы сбора и регистрации геофизической информации при проведении аэрогеофизических, сейсмических и электроразведочных съемок и геофизических исследований скважин.

Автоматизированные, географические и геоинформационные системы при обработке и интерпретации геофизических данных. Экспертные и информационно-аналитические системы.

## **7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине**

### **7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости**

**Примерный перечень контрольных вопросов** при проведении контрольных работ и промежуточной аттестации (экзамен):

1. Понятие о комплексировании геофизических методов. Необходимость и цель комплексирования.
2. Основные положения выбора геофизического комплекса.
3. Условия применимости геофизических методов. Контрастность физических свойств и способы ее оценки.
4. Неоднозначность решения обратных задач. Сужение пределов неоднозначности.
5. Эквивалентность при решении обратных задач.
6. Помехи, их классификация, способы борьбы с помехами. Геологическая дисперсия, дисперсия съемки. Общая дисперсия помех.
7. Понятие о физико-геологической модели. Последовательность построения ФГМ, оценка адекватности ФГМ реальной среде.
8. Надежность обнаружения сигналов и ее использование для выбора информативности геофизических методов (признаков).



9. Принципы комплексного анализа геоданных.
10. Комплексный анализ геоданных при наличии эталонных объектов (классификация наблюдений на однородные области).
11. Комплексный анализ геоданных при отсутствии эталонных объектов (классификация наблюдений на однородные области).
12. Принципы геологической интерпретации комплексных геофизических данных.
13. Пути выбора геофизического комплекса типового, рационального, оптимального.
14. Предмет изучения геоинформатики, цель и задачи геоинформатики.
15. Понятие об информации, ее измерение и передача.
16. Цифровые системы сбора и регистрации геофизической информации.
17. Базы данных, банки знаний и экспертные системы.
18. Автоматизированные, географические и геоинформационные системы.
19. Глубинная геофизика.
20. Структурная геофизика.
21. Картировочно-поисковая геофизика.
22. Нефтегазовая геофизика.
23. Геофизические признаки прямого прогноза углеводородов.
24. Рудная геофизика.
25. Инженерно-геологическая геофизика.
26. Гидрогеологическая геофизика.
27. Мерзлотно-гляциологическая геофизика.
28. Экологическая геофизика.
29. Техническая и археологическая геофизика.
30. Нерудная и угольная геофизика.

## **Содержание семинаров**

### **Примерный перечень тем семинаров:**

1. Решение геологических задач геофизическими методами: возможности и ограничения.
2. Создание физико-геологической модели для различных геофизических методов и их комплексов.
3. Использование комплексирования при интерпретации геофизических данных.
4. Оценка эффективности геофизического комплекса.
5. Геологическая интерпретация комплекса геофизических данных.
6. Геофизические методики, используемые при геологическом картировании.
7. Вопросы нефте-газовой геофизики.
8. Типичные задачи инженерной геофизики.
9. Примеры решения рудных задач геофизическими методами.
10. Примеры применения геофизики для решения задач археологии.
11. Вопросы хранения и стандартизации геоинформации.

### **Примерный перечень тем рефератов:**

1. Комплекс геофизических методов при поиске круто залегающих рудных объектов.
2. Комплекс геофизических методов при поиске полого залегающих рудных объектов.
3. Комплекс геофизических методов при поиске соляных куполов Прикаспийской низменности.
4. Комплекс геофизических методов при трассировании региональных разломов.
5. Комплекс геофизических методов при определении мощности земной коры.
6. Комплекс геофизических методов при проведении определенных инженерно-геологических работ.
7. Комплекс геофизических методов при поиске и разведке месторождений нефти и газа.

**Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.**

Результаты Обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: основополагающих принципов комплексирования геофизических методов, типовых геофизических комплексов; методики геолого-геофизического картирования, комплексных поисково-оценочных и разведочных работ на различных стадиях исследований.	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения: определять рациональный комплекс геофизических методов на различные типы месторождений, при инженерно-геологических, геоэкологических исследованиях.	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности принципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы	Успешное умение
Владения: основными операциями обработки результатов комплексных геолого-геофизических исследований, приемами составления соответствующих карт для последующей интерпретации результатов в геоинформационных системах.	Навыки владения методами отсутствуют	Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков	В целом сформированные навыки владения основными операциями обработки результатов комплексных геолого-геофизических исследований, приемами составления соответствующих карт для последующей интерпретации результатов в геоинформационных системах.	Владение основными операциями обработки результатов комплексных геолого-геофизических исследований, приемами составления соответствующих карт для последующей интерпретации результатов в геоинформационных системах.

## **8. Ресурсное обеспечение:**

### **А) Перечень основной и дополнительной литературы.**

#### **- основная литература:**

1. Никитин А.А., Хмелевской В.К. Комплексирование геофизических методов. Изд. ГЕРС, Тверь, 2004, 341 с.
2. Бродовой В.В. Комплексирование геофизических методов. М., Недра, 1991, 330 с.

#### **- дополнительная литература:**

1. Комплексирование геофизических методов при решении геологических задач. Под ред. В.Е.Никитского, В.В.Бродового. М., Недра, 1987, 472 с.
2. Тархов А.Г., Бондаренко В.М., Никитин А.А. Комплексирование геофизических методов. М., Недра. 1987, 295 с.
3. Комплексирование методов разведочной геофизики. Справочник геофизики. Под ред. В.В. Бродового, А.А. Никитина, М., Недра, 1984, 384 с.
4. Богословский В.А., Жигалин А.Д., Хмелевской В.К. Экологическая геофизика. – М., Изд-во МГУ, 2000, 265 с.
5. Вахромеев Г.С., Давыденко А.Ю. Моделирование в разведочной геофизике. – М., Недра, 1987, 192 с.
6. Геофизика.: Учебник/ Под ред. В.К.Хмелевского. – М. КДУ, 2009. - 320 с.
7. Колиздра Г.Я. Комплексная интерпретация геофизических полей при изучении глубинного строения земной коры. М., Недра, 1988, 211 с.
8. Демура Г.В. Методология геофизического геоэкологического картирования и мониторинга. Геофизика, № 4, 2003 г.
9. Козлов Е.А. Определение экономической эффективности геофизических методов на нефть и газ. М., Недра, 1980, 193 с.
10. Кузнецов О. Л., Никитин А.А., Черемисина Е.Н. Геоинформационные системы. Изд. ГНЦ РФ ВНИИГеосистем, 2005, 390 с.
11. Методы геофизики в гидрогеологии и инженерной геологии. М., Недра, 1985, 183с.

### **Б) Материально-техническое обеспечение**

- специализированная аудитория с возможностью подключения Интернета и ПК,
- компьютерный класс.

**9. Язык преподавания** – русский.

**10. Преподаватели** – Бобачев А.А., Шевнин В.А., Куликов В.А., Модин И.Н.

**11. Авторы программы** – Бобачев А.А.