

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: ПАНОВ Юрий Петрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 03.11.2023 14:44:57  
Уникальный программный ключ:  
e30ba4f0895d1683ed43800960e77389e6cbff62

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе"

(МГРИ)

## Комплексная интерпретация геофизических данных рабочая программа дисциплины (модуля)

|                         |  |  |
|-------------------------|--|--|
| Закреплена за кафедрой  | <b>Геофизики</b>   |  |
| Учебный план            | s210503_23_1RF23.plx<br>Специальность 21.05.03 ТЕХНОЛОГИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ |  |
| Квалификация            | <b>Горный инженер - геофизик</b>   |  |
| Форма обучения          | <b>очная</b>   |  |
| Общая трудоемкость      | <b>3 ЗЕТ</b>   |  |
| Часов по учебному плану | 108  | Виды контроля в семестрах:<br>экзамены 9 |
| в том числе:            |  |  |
| аудиторные занятия      | 38,35  |  |
| самостоятельная работа  | 42,65  |  |
| часов на контроль       | 27   |  |

### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр<br>на курсе>) | 9 (5.1) |       | Итого |       |
|---|---------|-------|-------|-------|
|   | УП      | РП    | УП    | РП    |
| Неделя                                    | 12 4/6  |       |       |       |
| Вид занятий                               | УП      | РП    | УП    | РП    |
| Лекции                                    | 12      | 12    | 12    | 12    |
| Лабораторные                              | 24      | 24    | 24    | 24    |
| Иные виды<br>контактной работы            | 2,35    | 2,35  | 2,35  | 2,35  |
| Итого ауд.                                | 38,35   | 38,35 | 38,35 | 38,35 |
| Контактная работа                         | 38,35   | 38,35 | 38,35 | 38,35 |
| Сам. работа                               | 42,65   | 42,65 | 42,65 | 42,65 |
| Часы на контроль                          | 27      | 27    | 27    | 27    |
| Итого                                     | 108     | 108   | 108   | 108   |

Москва 2023

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

|     |   |
|-----|---|
| 1.1 | Сформировать знания студентов о возможностях комплексной интерпретации геофизических данных; обеспечить усвоение студентами способов решения важнейших задач, возникающих на стадиях поисков и разведки, подсчета запасов, проектирования разработки и эксплуатации нефтегазовых месторождений и месторождений твердых полезных ископаемых на основе комплексной интерпретации наземных геофизических методов |
|-----|---|

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

|                   |   |
|-------------------|---|
| Цикл (раздел) ОП: |   |
| <b>2.1</b>        | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |
| 2.1.1             | Комплексирование геофизических методов  |
| 2.1.2             | Сейсморазведка  |
| 2.1.3             | Электроразведка   |
| 2.1.4             | Гравиразведка   |
| 2.1.5             | Магниторазведка   |
| 2.1.6             | Разведочная геофизика   |
| 2.1.7             | Геофизические исследования скважин  |
| <b>2.2</b>        | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |
| 2.2.1             | Научно-исследовательская работа   |
| 2.2.2             | Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы                                  |

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)****ПК-1.5: выполнением разделов проектов и контроль за их выполнением по технологии геологоразведочных работ в соответствии с современными требованиями промышленности****Знать:**

|           |   |
|-----------|---|
| Уровень 1 | основные сведения о геологии земных недр; современную теорию происхождения и основные черты геологической истории развития Земли; геологические процессы, протекающие на поверхности и в недрах планеты |
| Уровень 2 | особенности геологического строения территории России и размещения в ее пределах месторождений полезных ископаемых  |
| Уровень 3 | *   |

**Уметь:**

|           |   |
|-----------|---|
| Уровень 1 | выполнять комплексную обработку и интерпретацию результатов измерений   |
| Уровень 2 | выполнять комплексную обработку и интерпретацию результатов измерений и оценку качества результатов измерений |
| Уровень 3 | *   |

**Владеть:**

|           |  |
|-----------|--|
| Уровень 1 | навыками обработки к интерпретации           |
| Уровень 2 | комплексом знаний об информационных системах |
| Уровень 3 | *  |

**ПСК-1.1: способностью понимать физическую сущность геофизических полей, иметь высокий уровень фундаментальной подготовки****Знать:**

|           |   |
|-----------|---|
| Уровень 1 | основные виды полей, используемых в геофизике, физические свойства пород и руд  |
| Уровень 2 | физическую сущность геофизических полей; характер изменения физических свойств пород и руд под воздействием изменяющихся факторов |
| Уровень 3 | *   |

**Уметь:**

|           |   |
|-----------|---|
| Уровень 1 | рассчитывать базовые параметры основных видов геофизических полей                           |
| Уровень 2 | производить расчеты геофизических полей, с учетом меняющихся физических свойств пород и руд |
| Уровень 3 | *   |

**Владеть:**

|           |   |
|-----------|---|
| Уровень 1 | представлениями о методике расчета базовых параметров основных видов геофизических полей                              |
| Уровень 2 | навыками по производству расчетов геофизических полей, в том числе с учетом меняющихся физических свойств пород и руд |

|  |  |
|--|--|
| Уровень 3  | *  |
| <b>ПСК-1.2: способностью решать прямые и обратные (некорректные) задачи геофизики для извлечения геолого-геофизической информации из геофизических полей</b>   |  |
| <b>Знать:</b>  |  |
| Уровень 1  | теоретические основы решения прямых и обратных задач   |
| Уровень 2  | основы работы в программных комплексах решения прямых и обратных задач   |
| Уровень 3  | *  |
| <b>Уметь:</b>  |  |
| Уровень 1  | решать прямые и обратные задачи  |
| Уровень 2  | решать прямые и обратные задачи с использованием программных комплексов  |
| Уровень 3  | *  |
| <b>Владеть:</b>  |  |
| Уровень 1  | навыками расчета прямой и обратной задачи  |
| Уровень 2  | навыками решения прямых и обратных задач с применением программных комплексов  |
| Уровень 3  | *  |
| <b>ПСК-1.5: способностью обрабатывать и интерпретировать геофизические данные, как отдельно, так и в комплексе с геолого-геофизическими данными</b>  |  |
| <b>Знать:</b>  |  |
| Уровень 1  | априорную информацию о условиях различных регионов и месторождений полезных ископаемых; современный комплекс геофизических методов, их возможности; основные способы решения обратных задач для каждого геофизического метода  |
| Уровень 2  | априорную информацию о геологотехнических условиях различных регионов и месторождений полезных ископаемых; современный комплекс геофизических методов, их возможности; основные способы решения обратных задач для каждого геофизического метода; принципы внутреннего и внешнего комплексирования |
| Уровень 3  | *  |
| <b>Уметь:</b>  |  |
| Уровень 1  | решать задачи поиска, разведки, контроля разработки месторождений полезных ископаемых и других геологических задач в различных геолого-технических условиях, применяя в каждом конкретном случае рациональный комплекс геофизических методов   |
| Уровень 2  | решать задачи поиска, разведки, контроля разработки месторождений полезных ископаемых и других геологических задач в различных геолого-технических условиях, применяя в каждом конкретном случае рациональный комплекс геофизических методов; определять подсчетные параметры новых месторождений  |
| Уровень 3  | *  |
| <b>Владеть:</b>  |  |
| Уровень 1  | навыками выбора рационального комплекса геофизических методов для решения геологических и технических задач  |
| Уровень 2  | навыками выбора рационального комплекса геофизических методов для решения геологических и технических задач; навыками экономической оценки комплекса методов   |
| Уровень 3  | *  |
| <b>ПСК-1.7: способностью проводить математическое моделирование и исследование геофизических процессов и объектов специализированными геофизическими информационными системами, в том числе стандартными пакетами программ</b> |  |
| <b>Знать:</b>  |  |
| Уровень 1  | теоретические и физические закономерности физических полей в однородных средах; основные способы решения прямых и обратных (некорректных) задач геофизических методов  |
| Уровень 2  | теоретические и физические закономерности физических полей в неоднородных и анизотропных средах и их аналитическое описание  |
| Уровень 3  | *  |
| <b>Уметь:</b>  |  |
| Уровень 1  | решать прямые и обратные (некорректные) задачи геофизики, оценивать их устойчивость и однозначность  |
| Уровень 2  | решать прямые и обратные (некорректные) задачи геофизики, оценивать их устойчивость и однозначность, оптимизировать решения прямых и обратных задач  |
| Уровень 3  | *  |
| <b>Владеть:</b>  |  |
| Уровень 1  | технологией и методами решения прямых и обратных задач и методами оценки точности полученных решений   |

|           |  |
|-----------|--|
| Уровень 2 | методами и способами решения обратных задач на основе физико-математического аппарата и с использованием программных средств; методами оценки точности и устойчивости полученных решений |
| Уровень 3 | *  |

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

|            |   |
|------------|---|
| <b>3.1</b> | <b>Знать:</b>   |
| 3.1.1      | основные алгоритмы и методику комплексного анализа и интерпретации геофизических данных                                       |
| <b>3.2</b> | <b>Уметь:</b>   |
| 3.2.1      | выбрать оптимальную методику комплексного анализа геоданных и применить ее для решения конкретной геолого-геофизической задач |
| <b>3.3</b> | <b>Владеть:</b>   |
| 3.3.1      | комплексного анализа геоданных  |

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/   | Семестр / Курс | Часов | Компетенции  | Литература | Инте ракт. | Примечание |
|-------------|---|----------------|-------|--|------------|------------|------------|
|             | <b>Раздел 1. КОМПЛЕКСНАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ»</b>                        |                |       |  |            |            |            |
| 1.1         | Введение /Лек/  | 9              | 4     | ПК-1.5<br>ПСК-1.1<br>ПСК-1.2<br>ПСК-1.5<br>ПСК-1.7 | Л1.1       | 0          |            |
| 1.2         | Физико-геологическая модель (ФГМ) /Лек/   | 9              | 4     | ПК-1.5<br>ПСК-1.1<br>ПСК-1.2<br>ПСК-1.5<br>ПСК-1.7 | Л1.1       | 0          |            |
| 1.3         | Типовой и рациональный комплекс геофизических методов /Лек/                             | 9              | 4     | ПК-1.5<br>ПСК-1.1<br>ПСК-1.2<br>ПСК-1.5<br>ПСК-1.7 | Л1.1       | 0          |            |
| 1.4         | Характеристика главнейших типов горных пород по основным геофизическим параметрам /Лаб/ | 9              | 8     | ПК-1.5<br>ПСК-1.1<br>ПСК-1.2<br>ПСК-1.5<br>ПСК-1.7 | Л1.1       | 0          |            |
| 1.5         | Интерпретация данных комплекса наземных геофизических методов /Лаб/                     | 9              | 8     | ПК-1.5<br>ПСК-1.1<br>ПСК-1.2<br>ПСК-1.5<br>ПСК-1.7 | Л1.1       | 0          |            |
| 1.6         | Интерпретация данных комплекса скважинных методов /Лаб/                                 | 9              | 8     | ПК-1.5<br>ПСК-1.1<br>ПСК-1.2<br>ПСК-1.5<br>ПСК-1.7 | Л1.1       | 0          |            |
| 1.7         | Работа с литературными источниками /СР/   | 9              | 42,65 | ПК-1.5<br>ПСК-1.1<br>ПСК-1.2<br>ПСК-1.5<br>ПСК-1.7 | Л1.1       | 0          |            |
| 1.8         | Консультации /ИВКР/   | 9              | 2,35  | ПК-1.5<br>ПСК-1.1<br>ПСК-1.2<br>ПСК-1.5<br>ПСК-1.7 | Л1.1       | 0          |            |

**5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА**

**5.1. Контрольные вопросы и задания**

1. Понятие комплексного анализа геолого-геофизических данных. Математические модели комплексного анализа и количественной интерпретации.
2. Атрибутный анализ геофизических полей. Расчеты атрибутов волновых и потенциальных полей в скользящих окнах «живой» формы статистических, спектральных, корреляционных и градиентных.
3. Атрибутный анализ геофизических полей. Размеры окна для вычисления состоятельных и эффективных оценок атрибутов. Информативность атрибутов и способы ее оценки при решении задач поисков и геокартирования. Особенности расчета атрибутов для волновых и потенциальных полей.
4. Основные алгоритмы комплексного анализа геоданных при наличии эталонных объектов: логические, регрессионные (нейронные регрессионные сети), проверки статистических гипотез (байесовский подход) и вероятностные нейронные сети. Оценка качества методов распознавания образов. Примеры применения.
5. Основные алгоритмы классификации геополей на однородные области при отсутствии эталонных объектов: метод главных компонент, метод К-средних и его модификации. Оценка качества проведенной классификации. Методики расчетов по алгоритмам классификации. Примеры применения.
6. Метод главных компонент при решении задач классификации с учетом корреляционных связей между полями и их атрибутами по всей площади наблюдений или в пределах временного разреза. Математическая и физическая идентичность метода главных компонент и энергетической фильтрации.
7. Алгоритм многопризнаковой (многоатрибутной) энергетической фильтрации и результаты его применения при обработке потенциальных и волновых полей.
8. Математическая постановка задач количественной комплексной интерпретации по определению геометрических и физических параметров искомых объектов.
9. Понятие о согласованных физико-геологических моделях. Количественные оценки адекватности физико-геологических моделей реальной среде.
10. Методика комплексной интерпретации гравитационного и магнитного полей на основе пересчета полей в нижнее полупространство по алгоритмам Б.А. Андреева, А.В. Петрова, И.М. Приезжева с построением разрезов эффективных значений плотности и намагниченности.
11. Методика комплексной интерпретации гравитационного и магнитного полей на основе расчета коэффициента ранговой корреляции эффективных значений физических параметров в скользящем 3D-окне. Геометризация глубинного разреза по аномальным значениям коэффициента ранговой корреляции.
12. Задачи априорной плотностной (магнитной) модели и перевод эффективных значений физических параметров в их «истинные» значения.
13. Оценка вещественного состава пород по значениям плотности и намагниченности с привлечением имеющихся значений скорости и проводимости.
14. Методика сеточного моделирования при построении слоистых и слоисто-блоковых моделей глубинного строения земной коры на основе данных ГСЗ, КМПВ и др. методов, задание априорной плотностной (магнитной) модели и ее коррекция путем линейной интерполяции.
15. Методика сеточного моделирования при построении слоистых и слоисто-блоковых моделей глубинного строения земной коры. Расчет физических параметров между слоями, создание сети точечных источников по разрезу с дальнейшим решением прямой задачи и расчета невязки между наблюдаемыми и модельными данными.
16. Интеграция детерминированного и вероятностно-статистического подхода для количественной комплексной интерпретации геоданных.
17. Технология построения согласованных ФГМ земной коры по данным комплекса глубинной сейсморазведки, МТЗ, грави- и магниторазведки масштаба 1:200000. Примеры ее использования по геотраверсам на территории Восточной Сибири.
18. Технологии «прямого» прогноза углеводородов по данным комплексного анализа атрибутов временного сейсмического разреза, потенциальных и электромагнитных полей. Возможности подтверждения абиогенной гипотезы образования ловушек углеводородов.
19. Геоинформационные системы и технологии комплексного анализа и количественной комплексной интерпретации геолого-геофизических данных.
20. Перспективы развития новых математических методов и геоинформационных систем при решении задач комплексного анализа и количественной интерпретации геолого-геофизических данных. Возможности генетических алгоритмов и экспертных систем.

## 5.2. Темы письменных работ

- Атрибутный анализ волновых и потенциальных полей
- Нейронные (регрессионные и вероятностные) сети для анализа геолого-геофизических данных.
- Алгоритмы классификации полей при отсутствии и наличии эталонных объектов.
- Методики комплексного анализа гравитационного и магнитного полей.
- Методики построения физико-геологических моделей строения земной коры по комплексу геолого-геофизических данных.
- Возможности прямого прогноза наличия углеводородов по комплексу геоданных.
- Геоинформационные системы и технологии комплексного анализа и количественной комплексной интерпретации геолого-геофизических данных (ГИС-ПАРК, ГИС-ИНТЕГРО GCIS, СЭВР, COMINTER, СИГМА-3Д, ПАНГЕЯ, КОСКАД-3д Geo Frame, Petrel и др.).

## 5.3. Оценочные средства

Критерии оценки защит лабораторных работ

- Оценка «5» - «отлично» — работа выполнена в полном объеме и получены правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя в рамках данной дисциплины.
- Оценка «4» - «хорошо» — работа выполнена в полном объеме, но допущены ошибки при ответе на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «3» - «удовлетворительно» — работа выполнена в полном объеме, сделаны правильные выводы, однако, имеются некоторые нарушения требований по оформлению, например, ошибки в оформлении графиков, таблиц или в записи результатов расчетов. После указания преподавателя данные недочеты устранены.

Оценка «2» - «плохо» — работа выполнена в неполном объеме, многие результаты неверны, выводы заключения не соответствуют действительности, имеются значительные ошибки в графических данных, расчетах. После указания преподавателя данные недочеты и ошибки не устранены.

Допуском к экзамену являются все лабораторные работы аттестуемого семестра, защищенные на оценку не ниже «удовлетворительно».

Критерии оценки экзамена по дисциплине

Оценка «5» - «отлично» ставится за развернутый, полный, безошибочный устный ответ, в котором выдерживается план, содержащий введение, сообщение основного материала, заключение, характеризующий личную, обоснованную позицию обучающегося по спорным вопросам, изложенный литературным языком без существенных стилистических нарушений.

Оценка «4» - «хорошо» ставится за развернутый, полный, с незначительными ошибками или одной существенной ошибкой устный ответ, в котором выдерживается план сообщения основного материала, изложенный литературным языком с незначительными стилистическими нарушениями.

Оценка «3» - «удовлетворительно» ставится за устный развернутый ответ, содержащий сообщение основного материала при двух-трех существенных фактических ошибках, язык ответа должен быть грамотным.

Оценка «2» - «неудовлетворительно» ставится, если учащийся во время устного ответа не вышел на уровень требований, предъявляемых к «троечному» ответу.

#### 5.4. Перечень видов оценочных средств

Защита лабораторных работ  
Защита письменных работ (рефератов)  
Сдача экзамена

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

|      | Авторы, составители                | Заглавие  | Издательство, год       |
|------|------------------------------------|---|-------------------------|
| Л1.1 | Никитин А. А.,<br>Хмелевской В. К. | Комплексирование геофизических методов [Электронный ресурс МГРИ/Текст]: учебник | М.: ВНИИгеосистем, 2012 |

##### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

|         |                               |  |  |
|---------|-------------------------------|--|--|
| 6.3.1.1 | Office Professional Plus 2016 |  |  |
| 6.3.1.2 | Windows 10                    |  |  |

##### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

|         |  |  |  |
|---------|--|--|--|
| 6.3.2.1 | База данных научных электронных журналов "eLibrary"  |  |  |
| 6.3.2.2 | Электронно-библиотечная система "Лань"<br>Доступ к коллекциям электронных изданий ЭБС "Издательство "Лань" |  |  |

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Аудитория | Назначение  | Оснащение  | Вид |
|-----------|---|--|-----|
| 6-38      | Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | 60 посадочных мест; стул преподавательский - 2 шт.; доска меловая - 1 шт.; Экран настенный - 1шт.                                |     |
| 6-23      | Компьютерный класс  | 16 посадочных мест, доска маркерная - 1 шт., моноблок Prittec - 9 шт., развернута локальная сеть которая подключена к интернету. |     |

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине ведётся в неучебные часы в аудиториях кафедры геофизики и

библиотеке МГРИ. Обучающиеся обеспечиваются необходимым оборудованием, приборами, учебными пособиями, выходом в Internet.