

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.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ИНЖЕНЕРНАЯ 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

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины «Инженерная геофизика» является ознакомление обучающихся с прикладным применением малоглубинных методов геофизики при решении инженерно-геологических и геоэкологических задач.

В рамках дисциплины реализуется подготовка выпускников, владеющих знаниями в области прикладных методов и разработок малоглубинной геофизики, обладающих общепрофессиональными и профессиональными компетенциями исследователя и преподавателя и подготовленных к защите научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук по научной специальности 1.6.9. Геофизика.

Основные задачи программы включают:

- Получение знаний об основных методах малоглубинной геофизики и их возможностях при решении инженерно-геологических задач.
- Изучение места методов геофизики в составе инженерно-геологических изысканий, нормативно-документальное обоснование и сопровождение.
- Освоение методики проектирования и выполнения полевых работ на объектах инженерно-геологических изысканий.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Инженерная геофизика» относится к элективным дисциплинам и входит в образовательный компонент Основной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.6.9. «Геофизика».

Согласно базовому учебному плану дисциплина проводится в V–VI семестрах. Изучение дисциплины опирается на знания, умения и навыки, приобретенные при изучении базовой дисциплины «Геофизика». Обучающийся должен быть широко эрудированным, иметь соответствующую фундаментальную подготовку и обладать следующими входными знаниями, умениями, навыками:

ЗНАТЬ: главные методы геофизических исследований; методику геофизических исследований с учетом геологического строения объекта исследований; способы организации и планирования работы.

УМЕТЬ: обрабатывать данные полевых геофизических наблюдений и проводить их интерпретацию; обобщать полученные результаты после интерпретации материалов; формулировать выводы и практические рекомендации.

ВЛАДЕТЬ: перспективными методами исследования и решения задач с учетом современного уровня методов и средств геофизики; приемами организации работы исследовательского коллектива в полевых и лабораторных условиях.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

Выпускник, освоивший программу аспирантуры по дисциплине «Инженерная геофизика», должен обладать следующими компетенциями:

- способность использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач;
- способность самостоятельно получать геолого-геофизическую информацию, использовать в практической и научно-исследовательской деятельности навыки полевых и лабораторных геологических исследований;
- готовность применять на практике базовые знания и навыки полевых геологических, геофизических, геохимических, гидрогеологических, и эколого-геологических работ при решении производственных задач.

По завершению курса обучающийся должен:

ЗНАТЬ методику и технологию малоглубинной геофизики – сейсморазведки, электроразведки, георадиолокации при решении инженерно-геологических задач.

УМЕТЬ работать с современными комплексами программ проектирования систем наблюдения и контроля геофизической информации; применять при решении поставленных задач методические приемы проведения полевых сейсморазведочных, электроразведочных и георадиолокационных работ.

ВЛАДЕТЬ основными приемами анализа геофизических материалов, синтезом систем наблюдений и контролем качества инженерно-геофизических данных, приемами обработки и интерпретации полевого материала.

4. Виды учебной работы и тематическое содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины – 4 зачетных единиц, составляющих 144 академических часа.

4.1. Виды учебной работы

Виды учебной работы	в акад. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану в том числе	144
Аудиторные занятия:	100
Лекции (Л)	60
Практические занятия (Пр)	28
Лабораторные занятия (Лаб)	12
Самостоятельная работа (СР):	44
Самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовка к занятиям, консультации с преподавателем	40
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации в форме зачета	4

4.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Название раздела и темы дисциплины	Трудоемкость по видам учебной работы (час)				
		Всего	из них			
			Лекции	Практики	Лабораторные	Самостоят. работа
Раздел I. Теоретические основы инженерной геофизики						
1	Тема 1.1: Предмет инженерной геофизики, её положение среды смежных наук, области применения и задачи.	5	5	-	-	-
2	Тема 1.2: Петрофизические основы инженерной геофизики.	12	5	2	-	5
3	Тема 1.3: Основные методы геофизики, применяемые при инженерно-геологических изысканиях.	31	12	12	-	5
Раздел II. Практические примеры решения прикладных задач геофизическими методами						

4	Тема 2.1: Изучение дизъюнктивных нарушений и зон трещиноватости.	14	5	2	2	5
5	Тема 2.2: Изучение оползневых процессов.	14	5	2	2	5
6	Тема 2.3: Изучение карстовых процессов.	14	5	2	2	5
7	Тема 2.4: Изучение криогенных процессов и мерзлых грунтов.	14	5	2	2	5
8	Тема 2.5: Изучение гидрогеологических условий.	14	5	2	2	5
9	Тема 2.6: Геофизический мониторинг зданий и сооружений.	14	5	2	2	5
Раздел III. Нормативное обеспечение инженерно-геофизических работ						
9	Тема 3.1: Основные нормативные документы, регламентирующие инженерно-геофизические изыскания	12	8	4	-	-
10	Подготовка и прохождение промежуточной аттестации в форме зачета	4				4
ИТОГО		144	60	28	12	44

4.3. Содержание дисциплины:

Раздел I. Теоретические основы инженерной геофизики

1.1. Предмет инженерной геофизики, её положение среды смежных наук, области применения и задачи. Предмет и задачи курса. Место предмета среди других разделов разведочной геофизики. История развития инженерной геофизики и методов исследования, используемых в ней.

1.2. Петрофизические основы инженерной геофизики. Принципы петрофизического моделирования, общегеофизические свойства грунтов. Связи между геофизическими и инженерно-геологическими свойствами горных пород. Общие положения, физические поля в массивах горных пород. Проявление неоднородностей массивов горных пород в физических полях. Характеристики сложности строения массива, массива скальных и рыхлых пород. Криогенные массивы и массивы пород в пределах морских и пресноводных акваторий.

1.3. Основные методы геофизики, применяемые при инженерно-геологических изысканиях. Общая характеристика геофизических методов исследований. Метрологические предпосылки сбора инженерно-геофизической информации. Наземные геофизические методы: электромагнитные зондирования и профилирование, сейсмометрия методом преломленных и отраженных волн, георадарные зондирования. Круг решаемых задач, возможности и ограничения.

Раздел II. Практические примеры решения прикладных задач геофизическими методами

2.1. Изучение дизъюнктивных нарушений и зон трещиноватости. Физико-геологические модели разрывных нарушений. Исследование нарушений наземными геофизическими методами: электрометрическими, сейсмометрическими, георадаром. Изучение трещиноватости горного массива: физико-геологические модели зон трещиноватости, геофизические паттерны отдельных трещин и зон трещиноватости. Сопоставление геофизического прогноза с инженерно-геологическими показателями трещиноватости

2.2. Изучение оползневых процессов. Оползни как объект исследований. Методика полевых геофизических наблюдений при изучении оползневых процессов. Определение мощности оползающей массы. Расчленение тела оползня на отдельные слои и участки по литологии и степени разрушенности и увлажненности. Изучение геолого-гидрогеологической обстановки, способствующей возникновению оползней. Выявление движения оползней и отдельных его частей.

2.3. Изучение карстово-суффозионных процессов. Методика наземных геофизических исследований при изучении карстовых процессов. Изучение условий возникновения карста. Выделение и литологическая характеристика массивов, сложенных растворимыми горными породами. Определение положения местных и региональных водоупоров. Геофизическое изучение тектонических структур, благоприятствующих развитию карста. Инженерно-геологическая характеристика карстовых явлений.

2.4. Изучение криогенных процессов и мерзлых грунтов. Исследования наземными геофизическими методами криогенных процессов и областей распространения многолетнемерзлых и сезонномерзлых грунтов. Определение глубины залегания кровли и подошвы толщи мерзлых пород по геофизическим данным. Изучение толщины активного слоя. Литологическое расчленение мерзлой толщи четвертичных отложений. Геофизическое изучение динамики криолитозоны.

2.5. Изучение гидрогеологических условий. Исследование водопроницаемости горных пород, физико-геологические модели зоны аэрации, определение скорости подземных вод, методы изучения гидрохимической зональности подземных вод. Комплексование геофизических методов при решении гидрогеологических задач. Изучение месторождений пресных вод, исследование гидрогеологических условий месторождений твердых полезных ископаемых.

2.6. Геофизический мониторинг зданий и сооружений. Способы контроля утечек из водоемов через плотины, дамбы, насыпи, борта водохранилищ и утечки из водопроводных сетей. Поиск и картирования инженерных сетей в пределах городской застройки. Обследование дорожного покрытия, дорожной инфраструктуры, мостов и переходов, поиск участков их повреждений и износа. Выявление участков загрязнений на урбанизированных территориях. Микросейсмическое районирование.

Раздел III. Нормативное обеспечение инженерно-геофизических работ

3.1. Основные нормативные документы, регламентирующие инженерно-геофизические изыскания. Основные нормативно-правовые документы, регламентирующие выполнение инженерно-геофизических изысканий на объектах капитального строительства и линейной инфраструктуры. Формирование программы инженерно-геофизических работ согласно сборнику правил СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства», части I-VI; СП 47.13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения». Правила подготовки отчета по инженерно-геофизическим изысканиям.

4.4. Рекомендации к организации самостоятельной работы аспиранта

Самостоятельная работа аспирантов осуществляется как необходимый компонент изучения дисциплины «Инженерная геофизика» на протяжении всего курса в соответствии с утверждённой в учебном плане трудоёмкостью.

Внеаудиторная самостоятельная подготовка аспирантов и соискателей к сдаче экзамена кандидатского минимума предполагает следующие формы работы:

- изучение основной и дополнительной литературы, указанной в библиографическом списке;
- подготовка выступления по выбранному вопросу на семинарском занятии (в том числе на круглом столе);

- анализ картографического геолого-геофизического материала, разрез и схем для типовых объектов исследований;
- непосредственная подготовка к сдаче зачета по дисциплине;

5. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

5.1 Текущий контроль осуществляется преподавателем дисциплины в форме:

Отчет о практической работе.

Практическая работа – это средство для закрепления умений и приобретения навыков для выполнения определенного анализа. В отчете по выполненной практической работе должны быть отражены: цель геофизического метода, его возможности, полученные результаты, точность метода.

Практическая работа вводится в технологию обучения с целью формирования у студентов умения и навыков в приобретении и постоянном пополнении своих профессиональных знаний. По курсу «Основы инженерной геофизики» предусмотрено выполнение практических работ по наиболее важным темам учебной дисциплины. При выполнении запланированных тем практикума студент должен ознакомиться с конкретным заданием по данной теме, в котором сформулирована цель работы, порядок и методика ее выполнения, приведен список необходимой литературы.

Семинар по выбранной теме.

Семинар – это средство проверки умений показывать глубокое знание теоретических вопросов, уверенно отвечать на дополнительные вопросы, грамотно использует научную лексику, свободно ориентироваться в материале курса.

5.2. Итоговый контроль: зачёт

Зачет – это средство контроля, организованное как письменный ответ на заданные вопросы и/или специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме.

Зачет проходит в форме теста и в устной форме. Первоначально обучающийся выполняет тест. При правильном ответе на более половины вопросов теста, обучающийся отвечает на один вопрос преподавателя из списка вопросов к зачету.

Подробно средства оценивания обучающихся приведены в Фонде оценочных средств.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе. Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель – расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы.

Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;

- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

7. Образовательные технологии по дисциплине.

В учебном процессе по курсу «Геофизика» используются технологии обучения, основу которых составляют:

- компетентностный подход как ключевая категория современной образовательной парадигмы;
- личностно-ориентированный подход, предполагающий равноправные взаимоотношения между участниками учебного процесса в атмосфере сотрудничества и диалога.

В ходе освоения аспирантами учебной дисциплины «Геофизика» применяются активные и интерактивные формы обучения: лекции, семинары, презентации, рефераты, практические и лабораторные работы.

Для проведения всех лекционных и практических (семинарских) занятий используются мультимедийные средства, позволяющие слушателю воспринимать особенности изучаемого материала, зачастую играющие решающую роль в понимании и восприятии учебного материала, а также формировании компетенций.

В процессе изучения дисциплины аспирантам предоставляется возможность пользоваться (в том числе копировать на личные носители информации) учебно-методическими материалами в электронном виде.

Практические и лабораторные работы выполняются с привлечением геофизических аппаратурных и программных средств, имеющихся в наличии в КарНЦ РАН. Лабораторные работы выполняются, в том числе, и в виде полевых работ на базах и стационарах КарНЦ РАН.

Для аспирантов предусмотрены консультации (в том числе по электронной почте), имеющие целью разъяснение проблемных моментов тех или иных разделов изучаемой дисциплины.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

Основная литература:

1. Балоян Б.М., Рукин М.Д., Хмелевской В.К. Геофизика на службе экологов, геологов и не только. М.: Изд-во «Угреша», 2018. 512 с.
2. Бобачев А.А., Большаков Д.К., Модин И.Н., Шевнин В.А. Электроразведка. Том 2. Малоглубинная разведка. М.: Изд-во МГУ, 2013. 123 с.
3. Владов М.С., Судакова М.С. Георадиолокация: от физических основ до перспективных направлений. М.: Изд-во «ГЕОС», 2017. 240 с.
4. Ермаков А.П. Введение в сейсморазведку. Учебное пособие. М.: ГЕРС, 2012. 160 с.
5. Манштейн А. К. Малоглубинная геофизика. Новосибирск: НГУ, 2002. 136 с.
6. Огильви А.А. Основы инженерной геофизики: Учебник для ВУЗов. / Под редакцией В.А. Богословского. М., Недра, 1990. 501 с.

Дополнительная литература:

1. Боганик Г.Н., Гурвич И.И. Сейсморазведка. Тверь: Издательство АИС, 2006. 744 с.
2. Владов М.Л., Старовойтов А.В. Введение в георадиолокацию. Учебное пособие М.: Издательство МГУ, 2005. 153 с.
3. Воскресенский Ю.Н. Полевая геофизика. Учеб. для вузов. М.: Изд-во «Недра», 2010. 479 с.
4. Комплексные инженерно-геофизические исследования при строительстве гидротехнических сооружений / Под ред. А.И.Савича и Б.Д. Куянджича. М.: Недра, 1990. 462 с.
5. Старовойтов А.В. Интерпретация георадиолокационных данных. Москва: Издательство МГУ, 2008. 187 с.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Материально-техническая база КарНЦ РАН обеспечивает проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом и соответствует действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Минимально-необходимый перечень для информационно-технического и материально-технического обеспечения дисциплины:

- аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оснащенная доской, рабочими местами для обучающихся и преподавателя.
- помещение для самостоятельной работы обучающегося, оснащенное компьютером с выходом в Интернет;
- библиотека с читальным залом, книжный фонд которой составляет специализированная научная, учебная и методическая литература, журналы (в печатном или электронном виде).