

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Сыров Игорь Анатольевич  
Должность: Директор  
Дата подписания: 30.10.2023 10:53:05  
Уникальный программный ключ:  
b683afe664d7e9f64175886cf9626a196149ad36

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

Факультет Математики и информационных технологий  
Кафедра Математического моделирования

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

дисциплина ***Б1.В.05 Компьютерное моделирование электромагнитных полей в задачах геофизики***

часть, формируемая участниками образовательных отношений

Направление

**01.04.02** ***Прикладная математика и информатика***  
код наименование направления

Программа

***Цифровые технологии в нефтегазовой отрасли***

Форма обучения

**Очно-заочная**

Для поступивших на обучение в  
**2023 г.**

Разработчик (составитель)  
***к.ф.-м.н., доцент***  
***Викторов С. В.***  
ученая степень, должность, ФИО

<b>1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Цели и место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся .....</b>	<b>4</b>
<b>4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....</b>	<b>5</b>
4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).....	5
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам) .....	5
<b>5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).....</b>	<b>6</b>
<b>6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) .....</b>	<b>9</b>
6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).....	9
6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем .....	10
6.3. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства .....	10
<b>7. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) .....</b>	<b>11</b>

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций**

<b>Формируемая компетенция (с указанием кода)</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
ПК-2. Способен разрабатывать и применять системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности	ПК-2.1. Знать: - методы и приемы алгоритмизации поставленных задач; - технологии программирования, методологии разработки системного и прикладного программного обеспечения; - методы и средства проверки работоспособности программного обеспечения; основные принципы отладки программного кода; особенности выбранной среды программирования.	Обучающийся должен: знать методы и приемы алгоритмизации прямых и обратных задач геофизики; технологии программирования, методологии разработки системного и прикладного программного обеспечения для компьютерного моделирования электромагнитных полей.
	ПК-2.2. Уметь использовать методы и приемы алгоритмизации поставленных задач; применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях; использовать возможности имеющейся технической и/или программной архитектуры.	Обучающийся должен: уметь применять методы и приемы алгоритмизации прямых и обратных задач геофизики; применять стандартные алгоритмы минимизации функций многих переменных; использовать возможности имеющейся технической и/или программной архитектуры для решения обратных задач минимизации функционала.
	ПК-2.3. Владеть: выбранной средой программирования; навыками написания программного кода на выбранном языке программирования; нормативной документацией, определяющей требования к оформлению программного кода.	Обучающийся должен: владеть выбранной средой программирования для создания программ вычисления прямых и обратных задач геофизики; нормативной документацией, определяющей требования к оформлению программного кода.

**2. Цели и место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Цели изучения дисциплины:

Дисциплина «Компьютерное моделирование электромагнитных полей в задачах геофизики» является одним из разделов геофизики. Содержание данной дисциплины составляют теория и методы электромагнитных исследований, в основе которых лежат

понятия прямой и обратной задачи геофизики. Под прямыми задачами понимают определение полей по известному распределению свойств среды и источников поля. Под обратными, как правило некорректными, – нахождение распределения свойств среды по известному полю, т.е. восстановление структуры исследуемого района, границ и удельных электрических проводимостей сред его составляющих (интерпретация измеренных полевых данных). Изучение данной дисциплины является актуальным для геофизических исследований, т.к. электромагнитные методы исследования искусственно-возбуждаемых потенциальных полей, являясь для недр экологически безопасными, позволяют осуществлять интерпретацию измеренных полевых данных наиболее эффективно.

Цель курса – изложить основы численных методов решения задач минимизации многомерных функционалов, методов решения прямых задач о поле точечного источника постоянного тока. Изложить основную идею метода интегральных представлений и комбинированного метода интегральных преобразований и интегральных уравнений, и построения на их основе численного и аналитического искомого решения.

Основными задачами преподавания дисциплины является подготовка специалистов, обладающих знаниями, навыками, умениями в сфере математического моделирования электромагнитных полей, освоение методологии и технологии решения прямых и обратных задач геоэлектрики. Знания, навыки и умения, приобретенные в процессе изучения дисциплины в ходе лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы, должны всесторонне использоваться студентами в процессе дальнейшей профессиональной деятельности.

В структуре образовательной программы дисциплина находится в части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре

### **3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зач. ед., 144 акад. ч.

Объем дисциплины	Всего часов
	Очно-заочная обучения
Общая трудоемкость дисциплины	144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	10
практических (семинарских)	
лабораторных	14
другие формы контактной работы (ФКР)	0,2
Учебных часов на контроль (включая часы подготовки):	
дифференцированный зачет	
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	119,8

Формы контроля	Семестры
дифференцированный зачет	3

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

**4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

№ п/п	Наименование раздела / темы дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
		Контактная работа с преподавателем			СР
		Лек	Пр/Сем	Лаб	
<b>1</b>	<b>Модуль 1. Прямые задачи</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>65,8</b>
1.1	Предмет и задачи курса	2	0	0	17,8
1.2	Математическая модель потенциального поля постоянного электрического тока.	2	0	0	16
1.3	Метод интегральных представлений решения прямой задачи.	0	0	4	16
1.4	Комбинированный метод решения прямой задачи.	0	0	4	16
<b>2</b>	<b>Модуль 2. Обратные задачи</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>54</b>
2.1	Постановка обратной задачи	2	0	0	18
2.2	Методы решения обратной задачи	4	0	0	18
2.3	Функционал минимизации	0	0	6	18
	<b>Итого</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>119,8</b>

**4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)**

Курс лекционных занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
<b>1</b>	<b>Модуль 1. Прямые задачи</b>	
1.1	Предмет и задачи курса	Основные уравнения геофизики.
1.2	Математическая модель потенциального поля постоянного электрического тока.	Постановка в декартовой системе координат математической модели прямой задачи о поле точечного источника для среды с заданным геофизическим разрезом. Выбор подходящего вмещающего пространства и построение в нем математической модели задачи для функции Грина.
<b>2</b>	<b>Модуль 2. Обратные задачи</b>	
2.1	Постановка обратной задачи	Предмет и задачи курса. Неустойчивость обратных задач. Вспомогательные сведения из функционального анализа, используемые в теории регуляризации. Условно-корректная постановка обратных задач геофизики. Основные уравнения геофизики.
2.2	Методы решения обратной задачи	Решение обратных задач методом подбора. Принцип регуляризации и регуляризирующие операторы в обратных задачах геофизики.

Курс лабораторных занятий

№ п/п	Тема и содержание	Задания по самостоятельной работе студентов
----------	-------------------	---

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
<b>1</b>	<b>Модуль 1. Прямые задачи</b>	
1.3	Метод интегральных представлений решения прямой задачи.	Метод интегральных представлений и интегральных уравнений, сводящий определение электрических полей к эквивалентным интегральным уравнениям.
1.4	Комбинированный метод решения прямой задачи.	Комбинированный метод интегральных преобразований и интегральных уравнений, формируемых на основе теории потенциала двойного электрического слоя, основанный на классической теории объемного потенциала и потенциалов простого и двойного слоев.
<b>2</b>	<b>Модуль 2. Обратные задачи</b>	
2.3	Функционал минимизации	Методы минимизации функции не-скольких переменных. Методы нулевого порядка

#### 5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

		СР	
1	2	6	8
<b>1.</b>	<b>Модуль 1.</b>	<b>65,8</b>	
1.1.	Предмет и задачи курса.	17,8	подготовка к индивидуальному опросу; подготовка к лабораторным работам;
1.2.	Математическая модель потенциального поля постоянного электрического тока.	16	подготовка к индивидуальному опросу; подготовка к лабораторным работам; подготовка к контрольной работе;
1.3.	Метод интегральных представлений решения прямой задачи	16	подготовка к индивидуальному опросу; подготовка к лабораторным работам; подготовка к контрольной работе;
1.4.	Комбинированный метод решения прямой задачи.	16	подготовка к индивидуальному опросу; подготовка к лабораторным работам; подготовка к контрольной работе;
<b>2.</b>	<b>Модуль 2</b>	<b>54</b>	
2.1.	Постановка обратной задачи	18	подготовка к индивидуальному опросу; подготовка к лабораторным работам;
2.2.	Методы решения обратной задачи	18	подготовка к индивидуальному опросу; подготовка к лабораторным работам;
2.3.	Функционал минимизации	18	подготовка к лабораторным работам; подготовка к контрольной работе;
	<b>Всего часов:</b>	<b>119.8</b>	

Внеаудиторными формами и инструментами самостоятельной работы студентов по дисциплине являются: работа с конспектом лекций, изучение дополнительного

теоретического материала, подготовка к занятиям, тестированию/контрольной работе.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Приближенное вычисление минимума функции одного переменного.
2. Задача безусловной минимизации функции одной переменной, методы одномерной минимизации: метод равномерного поиска, метод деления интервала пополам, метод дихотомии.
3. Задача безусловной минимизации функции одной переменной, методы одномерной минимизации: метод золотого сечения, метод Фибоначчи, метод квадратичной интерполяции.
4. Задача безусловной минимизации функции нескольких переменных. Методы многомерной минимизации: метод конфигураций, метод деформируемого многогранника,
5. Задача безусловной минимизации функции нескольких переменных. Методы многомерной минимизации: метод Розенброка, метод сопряженных направлений,
6. Задача безусловной минимизации функции нескольких переменных. Адаптивный метод случайного поиска.
7. Методы минимизации первого порядка: метод градиентного спуска с постоянным шагом, метод наискорейшего градиентного спуска,
8. Методы минимизации первого порядка: метод покоординатного спуска, метод Гаусса-Зейделя, метод Флетчера-Ривса,
9. Методы минимизации первого порядка: метод Дэвидона-Флетчера-Пауэлла, метод кубической интерполяции.
10. Методы минимизации второго порядка: Метод Ньютона, Метод Ньютона-Рафсона, Метод Марквардта.

### **Рекомендуемая учебно-методическая литература:**

1. Новиков, В. К. Организационно-правовые основы информационной безопасности (защиты информации): юридическая ответственность за правонарушения : учебное пособие / В. К. Новиков. – Москва : Горячая линия – Телеком, 2015. – 175 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. –  
URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457171>.
2. Основы управления информационной безопасностью: учебное пособие для вузов / А. П. Курило, Н. Г. Милославская, М. Ю. Сенаторов, А. И. Толстой. – Москва : Горячая линия – Телеком, 2013. – 244 с. : ил. – (Вопросы управления информационной безопасностью. Вып. 1). – Режим доступа: по подписке. –  
URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=253575>.
3. Беляков, С. Л. Основы разработки программ на языке C++ для систем информационной безопасности : учебное пособие : [16+] / С. Л. Беляков, А. В. Боженюк, М. В. Петряева ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2020. – 152 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612164>.
4. Сычев, Ю. Н. Основы информационной безопасности: учебно-практическое пособие : учебное пособие / Ю. Н. Сычев. – Москва : Евразийский открытый институт,



2010. – 328 с. – Режим доступа: по подписке. –  
URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90790>.

5. Галатенко, В. А. Основы информационной безопасности: Курс лекций : учебное пособие / В. А. Галатенко ; под ред. В. Б. Бетелина. – Изд. 3-е. – Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2006. – 208 с. – (Основы информационных технологий). – Режим доступа: по подписке. –  
URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233063>.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

#### **Основная учебная литература:**

1. Березин, И.С. Методы вычислений / И.С. Березин, Н.П. Жидков. - Изд. 2-е, стереотип. - Москва : Государственное издательство физико-математической литературы, 1962. - Т. 1. - 464 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456944>. (дата обращения 20.06.2023);
2. Турчак, Л.И. Основы численных методов : учебное пособие / Л.И. Турчак, П.В. Плотников. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Физматлит, 2002. - 304 с. - ISBN 5-9221-0153-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69329>. (дата обращения 20.06.2023)
3. Костомаров, Д.П. Вводные лекции по численным методам : учебное пособие / Д.П. Костомаров, А.П. Фаворский. - Москва : Логос, 2006. - 184 с. - (Классический Университетский Учебник). - ISBN 5-98704-160-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89794> (дата обращения 20.06.2023).

#### **Дополнительная учебная литература:**

1. Крахоткина, Е.В. Численные методы в научных расчетах : учебное пособие / Е.В. Крахоткина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь : СКФУ, 2015. - 162 с. : ил. - Библиогр.: с. 158-159. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458055> (дата обращения 20.06.2023).
2. Орешкова, М.Н. Численные методы: теория и алгоритмы : учебное пособие / М.Н. Орешкова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова. - Архангельск : САФУ, 2015. - 120 с. : схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-261-01040-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436397> (дата обращения 20.06.2023).
3. Буйначев, С.К. Применение численных методов в математическом моделировании : учебное пособие / С.К. Буйначев ; науч. ред. Ю.В. Песин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 72 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7996-

1197-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275957> (дата обращения 20.06.2023).

### 6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№ п/п	Наименование документа с указанием реквизитов
1	Договор на доступ к ЭБС ZNANIUM.COM между БашГУ в лице директора СФ БашГУ и ООО «Знаниум» № 3/22-эбс от 05.07.2022
2	Договор на доступ к ЭБС «ЭБС ЮРАЙТ» (полная коллекция) между БашГУ в лице директора СФ БашГУ и ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» № 1/22-эбс от 04.03.2022
3	Договор на доступ к ЭБС «Университетская библиотека онлайн» между БашГУ и «Нексмедиа» № 223-950 от 05.09.2022
4	Договор на доступ к ЭБС «Лань» между БашГУ и издательством «Лань» № 223-948 от 05.09.2022
5	Договор на доступ к ЭБС «Лань» между БашГУ и издательством «Лань» № 223-949 от 05.09.2022
6	Соглашение о сотрудничестве между БашГУ и издательством «Лань» № 5 от 05.09.2022
7	ЭБС «ЭБ БашГУ», бессрочный договор между БашГУ и ООО «Открытые библиотечные системы» № 095 от 01.09.2014 г.
8	Договор на БД диссертаций между БашГУ и РГБ № 223-796 от 27.07.2022
9	Договор о подключении к НЭБ и о предоставлении доступа к объектам НЭБ между БашГУ в лице директора СФ БашГУ с ФГБУ «РГБ» № 101/НЭБ/1438-П от 11.06.2019
10	Договор на доступ к ЭБС «ЭБС ЮРАЙТ» (полная коллекция) между УУНиТ в лице директора СФ УУНиТ и ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» № 1/23-эбс от 03.03.2023

### Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»)

№ п/п	Адрес (URL)	Описание страницы
1	<a href="https://www.intuit.ru/studies/courses/1012/168/info">https://www.intuit.ru/studies/courses/1012/168/info</a>	Электронный курс «Введение в вычислительную математику» интернет-портала образовательных ресурсов НОУ ИНТУИТ
2	<a href="http://www.ict.edu.ru/lib/">http://www.ict.edu.ru/lib/</a>	Электронная библиотека Федерального образовательного портала «Информационные и коммуникационные технологии в образовании»

### 6.3. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование программного обеспечения
Windows 10

**7. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

<b>Тип учебной аудитории</b>	<b>Оснащенность учебной аудитории</b>
Лаборатория информатики и вычислительной техники. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Доска, проектор, экран, учебная мебель, компьютеры, учебно-наглядные пособия.
Специально-оборудованный кабинет в области информатики, технологий и методов программирования. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций.	Доска, проектор, экран, учебная мебель, компьютеры, учебно-наглядные пособия.
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций	Доска, проектор, экран, учебная мебель, компьютеры, учебно-наглядные пособия
Читальный зал: помещение для самостоятельной работы	учебная мебель, учебно-наглядные пособия, компьютеры

