

Министерство образования и науки Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования и первый  
проректор

Иванов А.Г.

подпись

« 30 »

2017г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
Б1.В.ДВ.04.01 Применение численных методов в физико-химических задачах  
переноса ионов

Направление подготовки/  
специальность 02.04.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) /  
специализация Вычислительная математика

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника магистр

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины Применение численных методов в физико-химических задачах переноса ионов составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.04.01 Математика и компьютерные науки

Программу составил:

К.А. Лебедев, профессор, доктор физ.-матем.наук, доцент

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание

  
подпись

Рабочая программа дисциплины Применение численных методов в физико-химических задачах переноса ионов утверждена на заседании кафедры вычислительной математики и информатики

протокол № 14 « 09 » июня 2017г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Гайденко С.В.

фамилия, инициалы

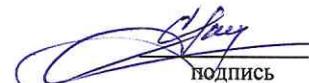
  
подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры вычислительной математики и информатики

протокол № 14 « 09 » июня 2017г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Гайденко С.В.

фамилия, инициалы

  
подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук

протокол № 3 « 20 » июня 2017г.

Председатель УМК факультета Титов Г.Н.

фамилия, инициалы



подпись

Рецензенты:

Профессор кафедры прикладной математики  
Кубанского государственного университета  
кандидат физико-математических наук доцент

Кармазин В.Н.

Доктор экономических наук, кандидат  
технических наук, профессор кафедры  
компьютерных технологий и систем КубГАУ

Луценко Е.В.

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины.**

### **1.1 Цель освоения дисциплины.**

Цели изучения дисциплины определены государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования. Цели изучения дисциплины соотнесены с общими целями ООП ВПО по направлению и специальности, в рамках которой преподаётся дисциплина. Задачи изучения дисциплины охватывают теоретический, познавательный и практический компоненты деятельности подготавливаемого магистра.

Дисциплина «Применение численных методов в физико-химических задачах переноса ионов» имеет своей целью:

– формирование у магистрантов системных знаний в области математического моделирования в мембранной электрохимии и обеспечение естественнонаучного фундамента для профессиональной подготовки специалиста.

### **1.2 Задачи дисциплины.**

– формирование системных знаний об основных закономерностях математических методов и физико-химических моделей;

– формирование у магистрантов профессиональных навыков и умений самостоятельной аналитической и научно-исследовательской работы;

– развитие у магистрантов профессиональных навыков работы с учебной и научной литературой;

– научить магистрантов профессиональной работе с современными техническими и программными средствами для решения исследовательских задач теоретического характера.

### **1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы.**

Дисциплина «Применение численных методов в физико-химических задачах переноса ионов» относится к вариативной части Блока 1 (**Б1.В.ДВ.04.01**) Дисциплины учебного плана

Имеется логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП ВПО: математический анализ, дифференциальные уравнения, функциональный анализ, физика, концепции современного естествознания, численные методы, методы оптимизации, программирование.

В совокупности изучение этой дисциплины готовит обучающихся к различным видам практической, научно-теоретической и исследовательской деятельности.

### **1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общекультурных/общепрофессиональных/профессиональных компетенций (ОК/ОПК/ПК)

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	<b>ПК-4</b>	Способностью к применению методов математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач	Математические и алгоритмические способы моделирования при решении теоретических и прикладных задач	Применять методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и	Способностью к применению методов математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
				прикладных задач	речических и прикладных задач
2.	<b>ПК-7</b>	Способностью к применению методов математического и алгоритмического моделирования при анализе экономических и социальных процессов, задач бизнеса, финансовой и актуальной математики)	Методы математического и алгоритмического моделирования при анализе экономических и социальных процессов, задач бизнеса, финансовой и актуальной математики)	Применять методы математического и алгоритмического моделирования при анализе экономических и социальных процессов, задач бизнеса, финансовой и актуальной математики)	Владеть методами математического и алгоритмического моделирования при анализе экономических и социальных процессов, задач бизнеса, финансовой и актуальной математики)

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		9	А	В	С
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>32,2</b>	<b>32,2</b>			
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>32</b>	<b>32</b>			
Занятия лекционного типа	16	16	-	-	-
Лабораторные занятия	16	16	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)			-	-	-
	-	-	-	-	-
<b>Иная контактная работа:</b>					
Контроль самостоятельной работы (КСР)					
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2			
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>75,8</b>	<b>75,8</b>			
<i>Курсовая работа</i>	-	-	-	-	-
<i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>	25	25	-	-	-
<i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>	25	25	-	-	-
<i>Реферат</i>			-	-	-
Подготовка к текущему контролю	15,8	15,8	-	-	-
<b>Контроль:</b>					
Подготовка к экзамену					

<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>32,2</b>	<b>32,2</b>			
	<b>зач. ед</b>	<b>3</b>				

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Численные методы решения краевых задач электрохимии	28	4		4	20
2.	Диффузия	26	4		4	18
3.	Электромиграция	28	4		4	20
4.	Конвекция. Механика жидких сред	25,8	4		4	17,8
	<i>Итого по дисциплине:</i>	<b>107,8</b>	16		16	75,8

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Численные методы решения краевых задач электрохимии	Методы стрельбы, конечноразностные методы и конечных элементов. Применение пакетов для решения краевых задач. Пакет Mathcad и Comsol	Устный опрос. Выступление с докладом, активное обсуждение всеми участниками семинаров свойств методов
2.	Диффузия.	Модели и численные методы при описании явления диффузии в физико-химических средах. Применение пакетов	Письменный опрос. Выступление с докладом. Взаимоопрос и взаимопомощь.
3.	Электромиграция	Модели и численные методы при описании явления электродиффузии в физико-химических средах. Применение пакетов	Устный опрос
4.	Конвекция. Механика жидких сред	Модели и численные методы при описании явления конвекции в физико-химических средах. Моделирование движения жидкости с помощью	Письменный опрос

	пакета Comsol/	
--	----------------	--

### 2.3.2 Занятия семинарского типа.

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1.	Численные методы решения краевых задач электрохимии	собеседование,
2.	Диффузия.	коллоквиум, доклад
3.	Электромиграция	колоквиум
4.	Конвекция. Механика жидких сред	Текущий контроль по отчётам студентов о их решениях задач

**Примечание:** Дополнительно возможно применение различных видов контроля, смотря по обстоятельствам:

1. Устный и письменный опрос
2. Контрольная работа
3. Групповой опрос
4. Взаимоопрос и взаимоконсультации
5. Доклад
6. Ученик в роли учителя.
7. Круглый стол (дискуссия, дебаты)
8. Мозговой штурм
9. Деловые и ролевые игры
10. Case-study (анализ конкретных ситуаций, ситуационный анализ)

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы - не предусмотрены

## 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Список литературы приводится ниже. Помимо этого, автором данной рабочей программы написан конспект основной части лекций, которые представлены студентам в виде текстовых файлов.

Подробные постановки задач для самостоятельной работы студенты получают в очном индивидуальном общении с преподавателем. Для лиц с ограниченными возможностями восприятия информации (нарушения зрения либо слуха, а также с нарушениями опорно-двигательного аппарата) возможна видео и аудио запись лекций.

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Самостоятельная работа студента	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов утвержденные кафедрой вычислительной математики и информатики, протокол № 14 от 14.06.2017 г.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии.

Се-местр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
9	Лекционные занятия		
	Лабораторные занятия	Компьютерная симуляция на тему: «Методы стрельбы, конечно-разностные методы и конечных элементов»	4
		Компьютерная симуляция на тему: «Модели и численные методы при описании явления диффузии в физико-химических средах»	4
		Компьютерная симуляция на тему: «Модели и численные методы при описании явления электродиффузии в физико-химических средах»	4
		Компьютерная симуляция на тему: «Модели и численные методы при описании явления конвекции в физико-химических средах.»	4
			16

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций со студентом при помощи электронной информационно-образовательной среды ВУЗа.

### 4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

#### 4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Текущий контроль качества подготовки осуществляется путём устного и письменного контроля, группового контроля, собеседования, коллоквиумов, привлечения студентов к активному обсуждению определений, новых для них результатов, публичной защитой самостоятельно решённых задач, а также по докладам, подготовленным самостоятельно на основе предложенной преподавателем литературы.

Непосредственно на лабораторных занятиях студенты получают от преподавателя индивидуальное задание пишут программу, отлаживают и тестируют. Большая часть лабораторных заданий приходится на самостоятельную работу: изучение теоретического материала по конспектам докладов сокурсников и по основным источникам литературы, разработка алгоритма программной реализации метода, отладка программы.

#### **4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.**

Процесс самостоятельной работы контролируется во время аудиторных занятий по качеству подготовленных докладов и по корректной работе созданных программных продуктов. Оценочными средствами дисциплины являются средства текущего контроля (ответ у доски и проверка домашних заданий) и итоговая аттестация (зачет).

Оценка «зачтено» - выставляется студенту, показавшему знания базовых понятий и формулировок учебной программы дисциплины и умение применять их на практике при решении конкретных задач.

Оценка «не зачтено» - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

Примерный перечень вопросов к зачёту

1. Уравнение переноса Нернста-Планка.
2. Краевая задача диффузии.
3. Краевая задачи электромиграции
  1. Метод параллельной стрельбы.
  2. Метод конечных разностей для описания переноса через наносистемы.
  3. Метод конечных элементов
4. Краевая задача с уравнениями Нернста –Планка
5. Аналитическое решение задач. Роль конвективного слагаемого в уравнении Нернста-Планка.
6. Физический смысл уравнений электронейтральности.
7. Физический смысл условие протекание электрического тока.
8. Движущие сила в процессе электродиализе разбавленных растворов.
9. Селективность ионообменных мембранных систем.
10. Метод стрельбы и конечно-разностных метод.
11. Двухточечные и многоточечные краевые задачи О.Д.У.
12. Условие равновесие на границах мембрана и в растворе. Уравнение Донана.
13. Предельное состояние мембранной системе.
14. Методы приближенных решении задачи переноса электролита через мембранных систем.
15. Преимущества мембранных технологий по сравнению с традиционными методами (ионообменный, реагентный) очистки
16. Области применение электродиализных технологий
17. Принцип работы электродиализного аппарата.
18. Применение уравнения Навье Стокса

Процесс самостоятельной работы контролируется во время аудиторных занятий по качеству подготовленных докладов и по корректной работе созданных программных продуктов. Оценочными средствами дисциплины являются средства текущего контроля (от-

вет у доски, с места, собеседования и колооквиума. Проверка домашних заданий и итоговая аттестация (зачет) дают полное представление о глубине и широте полученных знаний, навыков, умений и компетенций.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учётом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).**

### **5.1. Основная литература:**

1. Ахромеева, Т.С. Структуры и хаос в нелинейных средах [Электронный ресурс] / Т.С. Ахромеева [и др.]. — Москва : Физматлит, 2007. — 488 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2094> .

2. Андреев В.К. Современные математические модели конвекции [Электронный ресурс] : монография / В.К. Андреев [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2008. — 368 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59497> .

3. Бахвалов Н. С. Численные методы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. - М. : Лаборатория знаний. 2015. - 639 с. - <https://e.lanbook.com/book/70767>.

4. Гельчинский, Б.Р. Вычислительные методы микроскопической теории металлических расплавов и нанокластеров [Электронный ресурс] / Б.Р. Гельчинский, А.А. Мирзоев, А.Г. Воронцов. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2011. — 200 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5262> .

### **5.2. Дополнительная литература:**

1. Математическое моделирование мембранных процессов с использованием Comsol multiphysics 4.3 [Текст] : учебное пособие для студентов, магистрантов / А. М. Узденова, А. В. Коваленко, М. Х. Уртенев, В. В. Никоненко ; М-во образования и науки Рос. Федерации ; Кубанский гос. ун-т. - Краснодар : Кубанский государственный университет, 2013. - 224 с. : ил. - Библиогр.: с. 199. - ISBN 9785820908736 : 41.81.

### 5.3 Периодические издания:

1. Доклады академии наук // Академиздатцентр "Наука". ISSN 0869-5652.
2. Математическое моделирование // Академиздатцентр "Наука". ISSN 0234-0879.
3. Экологический вестник черноморского экономического сотрудничества (ЧЭС) // Издательство Кубанского госуниверситета. ISSN 1729—5459.
4. Journal of Mathematical Physics // AIP Publishing. ISSN 0022-2488.
5. Russian Journal of Mathematical Physics // МАИК "Наука / Interperiodika". ISSN 1061-9208.
6. [Letters in Mathematical Physics](#) // Kluwer. ISSN 0377-9017.
7. [Mathematical Physics, Analysis and Geometry](#) // Kluwer. ISSN 1385-0172.

### 6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ  
<http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>
2. Электронная библиотечная система "Университетская библиотека ONLINE"  
<http://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотечная система издательства "Лань" <https://e.lanbook.com/>
4. Электронная библиотечная система «Юрайт» <http://www.biblio-online.ru>
5. Электронная библиотечная система «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
6. Электронная библиотечная система «BOOK.ru» <https://www.book.ru>

### 7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Материал курса изложен в основном в литературных источниках, перечисленных в списке дополнительной литературы по причине их давнего издания. Автором данного курса написан расширенный конспект лекций, иллюстрированный практическими примерами. Электронный вариант этого текста доступен студентам.

Лекции и лабораторные занятия чередуются. Общение преподавателя и студентов в аудитории предполагает предварительную проработку конспекта студентами самостоятельно. Задача преподавателя состоит в расстановке акцентов и разъяснении смысла новых понятий. Для полноценного восприятия новых объектов необходима иллюстрация их практического применения.

На лабораторных занятиях студентам предлагаются примеры для применения теории, изложенной на лекциях и в упомянутом конспекте. Обсуждение способов решения предлагаемых задач призвано активизировать познавательную деятельность студентов. Этому должна способствовать практическая направленность итоговых результатов. В данном разделе описывается организация процесса по основным видам занятий и особенностям их проведения при изучении данного курса

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации)

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

### 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

#### 8.1 Перечень информационных технологий.

В процессе организации учебной практики применяются современные информационные технологии:

1) мультимедийные технологии, для чего ознакомительные лекции и инструктаж студентов во время практики проводятся в помещениях, оборудованных экраном, видеопроектором, персональными компьютерами.

2) компьютерные технологии и программные продукты, необходимые для сбора и систематизации информации, проведения требуемых программой практики расчетов и т.д.

При прохождении практики студент может использовать имеющиеся на кафедре вычислительной математики программное обеспечение и Интернет-ресурсы.

– Компьютерное тестирование по итогам изучения разделов дисциплины.

– Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты и общего дискового пространства Yandex.Disk. Возможно применение информационных технологий: сайта, видео лекций, web-трениги.

– Использование электронных презентаций при проведении практических занятий.

## 8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

Список лицензионного программного обеспечения:

1. Microsoft Windows 10
2. Microsoft Windows Media Player.
3. Microsoft Office PowerPoint Professional Plus.
4. Microsoft Office Word Professional Plus
5. MathCAD 14

## 8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Информационно-правовая система «Гарант» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://garant.ru/>

2. Информационно-правовая система «Консультант Плюс» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://consultant.ru/>.

3. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» ([www.studmedlib.ru](http://www.studmedlib.ru)).

4. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>)

5. Электронно-библиотечная система издательств «Лань» (<http://e.lanbook.com>).

Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLAIN» (<http://www.elibrary.ru>)

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

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, специально оборудованная мультимедийными демонстрационными комплексами, учебной мебелью
2.	Лабораторные занятия	Помещение для проведения лабораторных занятий оснащенное учебной мебелью, персональными компьютерами с доступом к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Помещение для проведения групповых (индивидуальных) консультаций, учебной мебелью, оснащенное презентационными средствами

		онной техникой (проектор, экран, ноутбук) и соответствующим программным обеспечением
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Помещение для проведения текущей и промежуточной аттестации, оснащенное учебной мебелью, персональными компьютерами с доступом к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу

### ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ В ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ЗАДАЧАХ ПЕРЕНОСА ИОНОВ

Направление подготовки/специальность 02.04.01 математика и компьютерные науки  
Направленность (профиль) / Вычислительная математика

Рабочая программа для магистров «Применение численных методов в физико-химических задачах переноса ионов» составлена доктором физико-математических наук, профессором кафедры Вычислительной математики и информатики факультета математики и компьютерных наук Кубанского государственного университета Лебедевым К.А.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.04.01 Математика и компьютерные науки. Программа одобрена на заседании кафедры Вычислительной математики и информатики на заседании учебно-методического совета факультета математики и компьютерных наук.

Рабочая программа сочетает теоретическую и практические части, что способствует более глубокому усвоению материала.

Предложенные задания учебного плана направлены на освоение развитие практических навыков решения задач по направлению вычислительной математики, позволяют обучающимся овладеть оригинальными методами решения задач с помощью программирования и пакетов программ. Содержание рабочей программы соответствует уровню подготовленности студентов к изучению данной дисциплины. Успешность изучения дисциплины обеспечивается предшествующей подготовкой студентов по ряду компьютерных и дисциплин прикладной математики профессионального цикла магистрата. Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам позволяет сочетать теоретическое обучение с практической работой по освоению методов дисциплины.

Уровень отражения в рабочей программе современных достижений науки в области оптимизации, а также рекомендуемые автором рабочей программы современные подходы аналитические, численные, соответствуют квалификационным требованиям к подготовке магистра прикладной математики и компьютерных технологий и являются достаточными.

Учитывая вышеизложенное, считаю, что рабочая программа соответствует государственным требованиям к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по направлению подготовки 02.04.01 Математика и компьютерные науки (квалификация «магистр»), и может быть рекомендована для высших учебных заведений.

Рецензент

Доктор экономических наук, кандидат  
технических наук, профессор кафедры  
компьютерных технологий и систем КубГАУ



Луценко Е.В.

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу

### ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ В ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ЗАДАЧАХ ПЕРЕНОСА ИОНОВ

Направление подготовки/специальность 02.04.01 математика и компьютерные науки  
Направленность (профиль) /Вычислительная математика

Рабочая программа дисциплины «Применение численных методов в физико-химических задачах переноса ионов» составлена согласно требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности

Рабочая программа содержит цели и задачи изучения дисциплины, ее место в структуре образовательной программы. В программе отражены планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы. Выделены соответствующие компетенции согласно ФГОС, формируемые при ее освоении, указаны результаты освоения дисциплины в виде определенных знаний, умений и практических навыков – владений.

В структуру рабочей программы входит содержание дисциплины – темы практических занятий, лекций, семинаров, самостоятельных внеаудиторных работ с указанием их объема. Разработанное содержание дисциплины в полной мере соответствует области научного знания и передового практического опыта. Последовательное освоение разделов, тем, аудиторных и внеаудиторных занятий способствует формированию у выпускника всего необходимого перечня универсальных и профессиональных компетенций.

Отражен перечень учебно-методического обеспечения как аудиторных занятий, так и для самостоятельной внеаудиторной работы обучающихся. Указан перечень электронных ресурсов и баз данных, соответствующих тематике дисциплины. Основная и дополнительная литература является актуальной.

Фонд оценочных средств программы дисциплины является необходимым и достаточным для оценки уровня знаний, умений и владений.

Таким образом, рабочая программа дисциплины применение численных методов в физико-химических задачах переноса ионов соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности (02.04.01, математика и компьютерные науки), утвержденного приказом Министерства образования и науки российской Федерации России рекомендуется к реализации.

Рецензент  
Профессор кафедры прикладной математики  
Кубанского государственного университета  
кандидат физико-математических наук доцент



Кармазин В.Н.