

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 – первый  
проректор

  
подпись  
« 30 »  7г.  
Иванов А.Г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
Б1.В.ДВ.09.01 Компьютерное моделирование переноса ионов в физико-  
химических средах

Направление подготовки/

специальность 02.03.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) / специализация Вычислительные, программные,  
информационные системы и компьютерные технологии

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины Компьютерное моделирование переноса ионов в физико-химических средах составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.03.01 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 Компьютерное моделирование переноса ионов в физико-химических средах утверждена на заседании кафедры вычислительной математики и информатики

протокол № 14 «09» июня 2017г.

Заведующий кафедрой (разработчик) 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 дисциплины

### 1.1. Цель дисциплины:

формирование у студентов системных знаний в области математического моделирования переноса частиц в мембранной электрохимии и обеспечение естественнонаучного фундамента для подготовки бакалавра; формирование системных знаний в области математического моделирования в науке о нанотехнологиях физико-химических сред и обеспечение естественнонаучного фундамента для профессиональной подготовки специалиста.

### 1.2 Задачи дисциплины:

– формирование системных знаний об основных закономерностях математических методов и моделей нанотехнологий;

– формирование у студентов навыков самостоятельной аналитической и научно-исследовательской работы;

– развитие у бакалавров навыков работы с учебной и научной литературой;

– показать бакалаврам возможности современных технических и программных средств для решения исследовательских задач теоретического характера;

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Компьютерное моделирование переноса ионов в физико-химических средах» для магистров относится к учебному циклу математических и естественнонаучных дисциплин вариативного блока. Дисциплина базируется на знаниях, полученных по стандарту высшего образования, и является основой для теоретической подготовки магистров. Имеется логическая связь высшая математика, дифференциальные уравнения, функциональный анализ, физика, концепции современного естествознания, численные методы, Компьютерное моделирование переноса ионов в физико-химических средах, программирования.

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), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: ОПК-4, ПК-2.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-4	способностью находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем	основные понятия компьютерного моделирования переноса ионов в физико-химических средах	решать задачи теоретического и прикладного характера, относящиеся к компьютерному моделированию переноса ионов в физико-химических средах	математическим аппаратом компьютерное моделирование переноса ионов в физико-химических средах

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
2.	ПК-2	Способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики.	определение понятия математически корректно поставленной задачи, постановки классических задач математики	математически корректно ставить естественнонаучные задачи; передавать результат проведенных исследований в виде конкретных рекомендаций	навыками математически корректно ставить естественнонаучные задачи.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы (108 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		5	6	7	8
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>75,2</b>		<b>75,2</b>		
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>					
Занятия лекционного типа	32		32	-	-
Лабораторные занятия	32		32	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-		-	-	-
	-		-	-	-
<b>Иная контактная работа:</b>					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	11		11		
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2		0,2		
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>32,8</b>		<b>32,8</b>		
Курсовая работа	-		-	-	-
Проработка учебного (теоретического) материала	16		16	-	-
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	16,8		16,8	-	-
Реферат			-	-	-
Подготовка к текущему контролю			-	-	-
<b>Контроль:</b>					
Подготовка к экзамену					
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>час.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>75,2</b>	<b>75,2</b>		
	<b>зач. ед</b>	<b>3</b>	<b>3</b>		

### 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Компьютерное моделирование электромембранных процессов переноса ионов	24	8		8	8
2	Компьютерное моделирование диффузия и электримиграция.	24	8		8	8
3	Компьютерное моделирование кинетика процессов переноса. Электромиграция. Конвекция	24	8		8	8
4	Алгоритмы и методы численного решения процессов переноса	24,8	8		8	8,8
	<i>Итого по дисциплине</i>	96,8	32		32	32,8

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1.	Компьютерное моделирование электромембранных процессов и аппаратов для очистки воды	Краевые задачи для системы электродиффузионных уравнений. Одномерные двумерные модели переноса бинарного электролита.	Текущий контроль усвоения теоретического материала проводится по отчетам студентов о их решениях задач, примеры которых приведены ниже
2.	Компьютерное моделирование кинетика процессов переноса. Диффузия. Электримиграция.	Модели в кинетике электродных процессов. Диффузия частиц.	Текущий контроль усвоения теоретического материала проводится по отчетам студентов о их решениях задач.
3.	Компьютерное моделирование процессов переноса. Электромиграция. Конвекция	Бесконечно разбавленные растворы. Модели в кинетике электродиализных процессов. Электромиграция заряженных частиц. Электронейтральность и уравнение Нернста-Планка.	Студенческий доклад о модели равновесия мембраны с максимально активным участием всех членов группы

			в обсуждении модели.
4.	Алгоритмы и методы численного решения процессов переноса ионов	Модели в кинетике электродиализных процессов. Концентрированные растворы. Модели в кинетике электродиализных процессов. Конвекция частиц. Уравнение Нернста-Планка с конвекцией.	Проверка домашнего задания.

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

Занятия семинарского типа - не предусмотрены

### 2.3.3 Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1.	Решение краевых задачи для системы электродиффузионных уравнений. Одномерные двумерные модели переноса бинарного электролита.	Текущий контроль усвоения теоретического материала проводится по отчетам студентов о их решениях задач, примеры которых приведены ниже
2.	Решение примеров на кинетику электродных процессов и диффузия частиц.	Текущий контроль усвоения теоретического материала проводится по отчетам студентов о их решениях задач.
3.	Решение примеров и задач моделей в кинетике электродиализных процессов.	Студенческий доклад о модели равновесия мембраны с максимально активным участием всех членов группы в обсуждении модели.
4.	Составление алгоритмов задач в моделях кинетики электродиализных процессов.	Проверка домашнего задания.

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

1. Влияние конвективного слагаемого в уравнении Нернста -Планка на характеристики переноса ионов через слой раствора или мембраны
2. Влияние переноса коионов на предельную плотность тока в мембранной системе.
3. Стационарная электродиффузия трёх сортов ионов через ионообменную мембрану.
4. Селективность ионообменных мембран. Теоретический анализ чисел переноса.
5. Коэффициенты диффузии противоионов и коионов в неоднородных ионообменных мембранах
6. Электромассоперенос через неоднородные мембраны. Стационарная диффузия электролита.
7. Математическая модель электродиффузионного переноса простого электролита через неоднородные ионообменные мембраны.
8. Влияние конвективного слагаемого в уравнении Нернста -Планка на характеристики переноса ионов в заряженном капилляре синтетической мембраны.
9. Модель конкурирующего транспорта ионов через ионообменную мембрану с модифицированной поверхностью.
10. Эффект диэлектрического насыщения в биполярной мембране.

11. Учёт нарушения электронейтральности при математическом моделировании стационарного переноса ионов через трёхслойную мембранную систему.

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

№	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

Интерактивные технологии в 6-м семестре предусмотрены в лабораторных занятиях в объеме 16 часов.

Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
Тренинг на тему: «Одномерные двумерные модели переноса бинарного электролита» с презентациями.	4
Дискуссия на тему: «Диффузия частиц» с демонстрацией примеров.	4
Презентации на тему: «Электромиграция заряженных частиц»	4
Дискуссия на тему: «Модели в кинетике электродиализных процессов. Конвекция частиц» с демонстрацией примеров.	4

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 путем привлечения сту-

дентов к активному обсуждению определений, новых для них результатов, к решению теоретических задач у доски, публичной защитой самостоятельно решённых задач, а также по докладам, подготовленным самостоятельно на основе предложенной преподавателем литературы.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Контрольные, коллоквиумы оцениваются по пятибалльной системе. Экзамены оцениваются по системе: неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично. На лабораторных занятиях контроль осуществляется при ответе у доски и при проверке домашних заданий.

#### **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.

#### **Вопросы к зачету**

1. Компьютерное моделирование электромембранных процессов для очистки воды
2. Компьютерное моделирование «Кинетика процессов переноса».
3. Компьютерное моделирование «Явление диффузии».
4. Компьютерное моделирование «Явление электримирации».
5. Кинетика процессов переноса.
6. Компьютерное моделирование «Явление конвекции».
7. Краевые задачи для системы электродиффузионных уравнений.
8. Компьютерное моделирование одномерных моделей переноса бинарного электролита.
9. Компьютерное моделирование кинетики электродных процессов. Диффузия частиц.
10. Бесконечно разбавленные растворы.
11. Компьютерное моделирование кинетики электродиализных процессов.
12. Компьютерное моделирование электромиграции заряженных частиц.
13. Электронейтральность и уравнение Нернста-Планка.
14. Конвекция частиц.
15. Уравнение Нернста-Планка с конвекцией.
16. Модельное уравнение электромиграционного переноса.
17. Методы стрельбы в моделях электрохимии.
18. Конечноразностные методы в моделях электрохимии.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом 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. Амосов, А.А. Вычислительные методы: учеб. пособие / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 672 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/42190> . — Загл. с экрана.

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

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

4. 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>.

5. Бахвалов, Н. С. Численные методы в задачах и упражнениях / Бахвалов Н. С., Лапин А. В., Чижонков Е. В. - М. : Лаборатория знаний, 2015. - 243 с. - <https://e.lanbook.com/book/70743#authors>.

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

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечной системе «Лань».

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

1. Измаилов, А.Ф. Численные методы оптимизации: монография / А.Ф. Измаилов, М.В. Солодов. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2008. — 320 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2184> .

### 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 (модуля).

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 и необходимости введения обобщений классических понятий. Для полноценного восприятия новых объектов необходима иллюстрация их практического применения.

Это физические модели, для которых математические модели приводят к краевым задачам.

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 освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

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 (модулю) (при необходимости)

### 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 презентационной 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

Б1.В.ДВ.09.01 Компьютерное моделирование переноса ионов в физико-химических средах

Направление подготовки/специальность 02.03.01 Математика и компьютерные науки  
Направленность (профиль) Вычислительные,  
программные, информационные системы и компьютерные технологии

Рабочая программа для бакалавров Б1.В.ДВ.09.01 «Компьютерное моделирование переноса ионов в физико-химических средах» 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 профессионального образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.03.01 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 бакалавриата. 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 бакалавра прикладной математики и компьютерных технологий и являются достаточными.

Учитывая вышесказанное, считаю, что рабочая программа соответствует государственным требованиям к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки (квалификация «бакалавр»), и может быть рекомендована для высших учебных заведений.

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



Луценко Е.В.

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу

Б1.В.ДВ.09.01 Компьютерное моделирование переноса ионов в физико-химических средах

Направление подготовки/специальность 02.03.01 Математика и компьютерные науки  
Направленность (профиль) Вычислительные,  
программные, информационные системы и компьютерные технологии

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.09.01 «Компьютерное моделирование переноса ионов в физико-химических средах» 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 Компьютерное моделирование переноса ионов в физико-химических средах соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности (02.03.01 Математика и компьютерные науки), утвержденного приказом Министерства образования и науки российской Федерации России рекомендуется к реализации.

Профессор кафедры прикладной математики КубГУ,  
канд. физ.-мат. наук, доцент



Кармазин В.Н.