

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет компьютерных технологий и прикладной математики
Кафедра прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе, качеству
образования – первый проректор
Хагуров Г.А.
подпись
«27» апреля 2018 г.



РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.В.ДВ.04.01 МОДЕЛИ МЕМБРАННОЙ ЭЛЕКТРОХИМИИ

Для направления 01.04.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль) Математическое моделирование

Квалификация выпускника – Магистр
Форма обучения – Очная

Краснодар 2018

Рабочая программа дисциплины «Модели мембранной электрохимии» разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика по программе «Математическое моделирование».

Программу составили: Никоненко В.В., д-р хим.наук, профессор



Уртенев М.Х., д-р физ.-мат. наук, профессор



Рабочая программа дисциплины «Модели мембранной электрохимии» утверждена на заседании кафедры прикладной математики протокол № 7 «18» апреля 2018г.

Заведующий кафедрой Уртенев М.Х.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры математического моделирования от «16» апреля 2018г., протокол №11.

Заведующий кафедрой В.А. Бабешко



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики протокол № 1 «20» апреля 2018г.

Председатель УМК факультета Малыхин К.В.



Рецензенты:

Шапошникова Татьяна Леонидовна.

Доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук, профессор. Почетный работник высшего профессионального образования РФ. Директор института фундаментальных наук (ИФН) ФГБОУ ВО «КубГТУ».

Марков Виталий Николаевич.

Доктор технических наук. Профессор кафедры информационных систем и программирования института компьютерных систем и информационной безопасности (ИКСиИБ) ФГБОУ ВО «КубГТУ».

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели изучения дисциплины определены государственным образовательным стандартом высшего образования и соотнесены с общими целями ООП ВО по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика магистерской программы «Математическое моделирование», в рамках которой преподается дисциплина.

Целью освоения учебной дисциплины «Модели мембранной электрохимии» является развитие профессиональных компетентностей приобретения практических навыков в моделировании задач мембранной электрохимии, реализующих инновационный характер в высшем образовании.

1.2 Задачи дисциплины:

- актуализация и развитие знаний в области моделирования сложных систем мембранной электрохимии;
- использование знаний моделирования сложных систем мембранной электрохимии;
- разработка и проектирование моделей мембранной электрохимии.

1.3 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Модели мембранной электрохимии» является дисциплиной по выбору вариативной части Блока 1.

Данная дисциплина (Модели мембранной электрохимии) тесно связана с дисциплиной Электрохимическая гидродинамика и с дисциплинами: Модели тепломассопереноса и Асимптотические методы. Она направлена на формирование твердых теоретических знаний и практических умений навыков работы с известными моделями мембранной электрохимии.

Обеспечивает способность у обучающихся к теоретикометодологическому анализу проблем моделирования сложных систем мембранной электрохимии; формирование компетенций при разработке моделей мембранной электрохимии. В совокупности изучение этой дисциплины готовит обучаемых как к различным видам практической экономической деятельности, так и к научно-теоретической, исследовательской деятельности.

Изучение данной дисциплины базируется на математической подготовке студентов, полученной при прохождении ООП бакалавриата, а также на знаниях, полученных в рамках дисциплин математического и естественнонаучного цикла ООП бакалавриата.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения курса «Модели мембранной электрохимии»:

№ п.п.	Индекс компе	Содержание компетенции (или её	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны
--------	--------------	--------------------------------	---

	тенции	части)	знать	уметь	владеть
1.	ПК-1	способностью проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива	как проводить научные исследования моделей мембранной электрохимии	получать новые научные и прикладные результаты при исследовании моделей мембранной электрохимии	навыками самостоятельно и в составе научного коллектива получать новые научные и прикладные результаты при исследовании моделей мембранной электрохимии
2.	ПК-2	способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач	теоретические основы мембранной электрохимии; □ методы разработки моделей мембранной электрохимии	Анализировать концептуальные и теоретические модели мембранной электрохимии	навыками самостоятельной разработки и проектирование моделей мембранной электрохимии

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости 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 семестр
Контактная работа, в том числе:		
Аудиторные занятия (всего):		
Занятия лекционного типа	14	14
Лабораторные занятия	14	14
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-
	-	-
Иная контактная работа:		
Контроль самостоятельной работы (КСР)		
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3

Самостоятельная работа, в том числе:		53	53
Курсовая работа		-	-
Проработка учебного (теоретического) материала			
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)			
Реферат		-	-
Подготовка к текущему контролю			
Контроль:			
Подготовка к экзамену		26,7	26,7
Общая трудоемкость	час.	108	108
	в том числе контактная работа	28,3	28,3
	зач. ед	3	3

2.2 Структура учебной дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 11 (В) семестре

№ п/п	Наименование раздела, темы	Всего	Аудиторные занятия			Сам. работа	Подготовка к экз.
			Всего	Лек.	Лаб.		
	Раздел 1 Краевые задачи для системы электродиффузионных уравнений. Одномерные задачи						
1.	Математические модели электромембранных процессов и аппаратов для очистки воды	14	4	2	2	4	
2.	Алгоритмы численного решения краевых задач для системы одномерных уравнений Нернста-Планка-Пуассона	18	4	2	2	4	6
3.	Асимптотический анализ краевых задач для систем одномерных уравнений Нернста-Планка-Пуассона	18	4	2	2	4	6
	Раздел 2 Двумерные математические модели переноса бинарного электролита в электромембранных системах.						

4.	Процесс переноса бинарного электролита	18	4	2	2	8	6
5.	Модель переноса бинарного электролита в приближении закона Ома	15	4	2	2	8	3
6.	Методы асимптотического решения. Высшие приближения	15	4	2	2	8	3
7.	Алгоритмы и методы численного решения	14,7	4	2	2	8	2,7
	ИКР	0,3					
	Итого:	108	28	14	14	53	26,7

2.3 Содержание разделов дисциплины:

№ раздела	Наименование раздела/модуля	Форма текущего контроля
1	2	4
1	Краевые задачи для системы электродиффузионных уравнений. Одномерные задачи.	1. Опрос по результатам индивидуального задания 2. Подготовка рефератов, презентаций, выступлений. 3. Проверка выполнения лабораторных работ
2	Двумерные математические модели переноса бинарного электролита в электромембранных системах.	1. Подготовка рефератов, презентаций, выступлений. 2. Резюме, аналитический обзор по проблеме. 3. Проверка выполнения лабораторных работ

2.3.1 Занятия лекционного типа

№ раздела	Наименование раздела/модуля	Содержание раздела/модуля	Форма текущего контроля
1	2	3	4

1	Краевые задачи для системы электродиффузионных уравнений. Одномерные задачи.	<p>Тема 1. Математические модели электромембранных процессов и аппаратов для очистки воды</p> <p>Тема 2. Алгоритмы численного решения краевых задач для системы одномерных уравнений Нернста-Планка-Пуассона</p> <p>Тема 3. Асимптотический анализ краевых задач для систем одномерных уравнений Нернста-Планка-Пуассона.</p>	<p>1. Подготовка рефератов, презентаций, выступлений.</p> <p>2. Резюме, аналитический обзор по проблеме.</p>
2	Двумерные математические модели переноса бинарного электролита в электромембранных системах.	<p>Тема 1. Процесс переноса бинарного электролита</p> <p>Тема 2. Модель переноса бинарного электролита в приближении закона Ома</p> <p>Тема 3. Методы асимптотического решения. Высшие приближения</p> <p>Тема 4. Алгоритмы и методы численного решения</p>	<p>1. Подготовка рефератов, презентаций, выступлений.</p> <p>2. Резюме, аналитический обзор по проблеме.</p> <p>3. Опрос по результатам индивидуального задания.</p>

2.3.2 Семинарские занятия – не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1.	Краевые задачи для системы электродиффузионных уравнений. Одномерные задачи.	Математические модели электромембранных процессов и аппаратов для очистки воды	Проверка выполнения лабораторной работы
		Алгоритмы численного решения краевых задач для системы одномерных уравнений Нернста-Планка-Пуассона	Проверка выполнения лабораторной работы
		Асимптотический анализ краевых задач для систем одномерных уравнений Нернста-Планка-Пуассона.	Проверка выполнения лабораторной работы

2.	Двумерные математические модели переноса бинарного электролита в электромембранных системах.	Процесс переноса бинарного электролита	Проверка выполнения лабораторной работы
		Модель переноса бинарного электролита в приближении закона Ома	Проверка выполнения лабораторной работы
		Методы асимптотического решения. Высшие приближения	Проверка выполнения лабораторной работы
		Алгоритмы и методы численного решения	

2.3.4 Курсовые работы – не предусмотрены

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающегося по дисциплине

Целью самостоятельной работы студента является углубление знаний, полученных в результате аудиторных занятий. Вырабатываются навыки самостоятельной работы. Закрепляются опыт и знания полученные во время лабораторных занятий.

Вид самостоятельной работы	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
2	3
Проработка и повторение лекционного материала, материала учебной и научной литературы, подготовка к семинарским занятиям	Методические указания для подготовки к лекционным и семинарским занятиям, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г. Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.
Подготовка к лабораторным занятиям	Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.
Подготовка к решению задач и тестов	Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.
Подготовка	Методические указания для подготовки эссе, рефератов,

докладов	курсовых работ, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.
Подготовка к решению расчетно-графических заданий (РГЗ)	Методические указания по выполнению расчетно-графических заданий, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г. Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.
Подготовка к текущему контролю	Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.

3. Образовательные технологии

С точки зрения применяемых методов используются как традиционные информационно-объяснительные лекции, так и интерактивная подача материала с мультимедийной системой. Компьютерные технологии в данном случае обеспечивают возможность разнопланового отображения алгоритмов и демонстрационного материала. Такое сочетание позволяет оптимально использовать отведенное время и раскрывать логику и содержание дисциплины.

Лекции представляют собой систематические обзоры основных аспектов инноваций в оценке экономической деятельности, при этом, студенты получают лишь самые предварительные и общие представления о моделях мембранной электрохимии.

Лабораторное занятие позволяет научить студента применять теоретические знания при решении и исследовании конкретных задач. Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах, при этом практикуется работа в группах. Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что в процессе исследования часто встречаются задачи, для которых единых подходов не существует. Каждая конкретная задача при своем исследовании имеет множество подходов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций. Этот подход особенно широко используется при определении адекватности математической модели мембранной электрохимии.

Индивидуальные задания проектного типа связано с настоящей или будущей профессиональной деятельностью студента. В этом качестве могут использоваться:

- задания на изучение моделей мембранной электрохимии;
- задания на разработку моделей мембранной электрохимии;
- задания на разработку проектной документации для моделей мембранной электрохимии.

Занятия, проводимые с использованием интерактивных технологий

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов
---	-----------------------------	------------------

		всего ауд. часов	интерактивные часы
1	2	3	4
1.	Краевые задачи для системы электродиффузионных уравнений. Одномерные задачи.	8	2
2.	Двумерные математические модели переноса бинарного электролита в электромембранных системах.	20	6
	<i>Итого по дисциплине:</i>	28	8

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины 4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

Учебная деятельность проходит в соответствии с графиком учебного процесса. Процесс самостоятельной работы контролируется во время аудиторных занятий и индивидуальных консультаций. Самостоятельная работа студентов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе.

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля (см. список лабораторных работ, задач и вопросов) и итоговой аттестации (экзамена).

В качестве оценочных средств, используемых для текущего контроля успеваемости, предлагается перечень вопросов, которые прорабатываются в процессе освоения курса. Данный перечень охватывает все основные разделы курса, включая знания, получаемые во время самостоятельной работы. Кроме того, важным элементом технологии является самостоятельное решение студентами и сдача заданий. Это полностью индивидуальная форма обучения. Студент рассказывает свое решение преподавателю, отвечает на дополнительные вопросы.

Задания на лабораторные работы

4 Алгоритмы и методы численного решения

1. Численное решение краевой задачи модели переноса бинарного электролита с функцией Хэвисайда.

Задание №1. Произвести преобразование краевой задачи модели переноса бинарного электролита в мембранных системах с функцией Хэвисайда.

Задание №2. Определить краевые условия задачи модели переноса бинарного электролита в мембранных системах с функцией Хэвисайда.

Задание №3. Опишите явный метод численного решения краевой задачи модели переноса бинарного электролита в мембранных системах с функцией Хэвисайда.

Задание №4. Опишите алгоритм численного решения краевой задачи модели переноса бинарного электролита в мембранных системах с функцией

Хэвисайда.

~

Задание №4. Произвести расчет исходных неизвестных функции S и Π .

Задание №5. Опишите полуявный метод численного решения краевой задачи модели переноса бинарного электролита в мембранных системах с функцией Хэвисайда.

Задание №6. Опишите неявный метод (метод итераций) численного решения краевой задачи модели переноса бинарного электролита в мембранных системах с функцией Хэвисайда.

2. Программное решение краевой задачи модели переноса бинарного электролита с функцией Хэвисайда.

Задание №1. Напишите программу на языке Delphi для решения явным методом краевой задачи модели переноса бинарного электролита в мембранных системах с функцией Хэвисайда.

Задание №2. Напишите программу на языке Matlab для решения явным методом краевой задачи модели переноса бинарного электролита в мембранных системах с функцией Хэвисайда.

Задание №3. Напишите программу в системе Comsol для решения краевой задачи модели переноса бинарного электролита в мембранных системах с функцией Хэвисайда.

Задание №4. Напишите программу на языке Delphi для решения полуявным методом краевой задачи модели переноса бинарного электролита в мембранных системах с функцией Хэвисайда.

Задание №5. Напишите программу на языке Matlab для решения полуявным методом краевой задачи модели переноса бинарного электролита в мембранных системах с функцией Хэвисайда.

Задание №6. Напишите программу на языке Delphi для решения неявным методом краевой задачи модели переноса бинарного электролита в мембранных системах с функцией Хэвисайда.

Задание №7. Напишите программу на языке Matlab для решения неявным методом краевой задачи модели переноса бинарного электролита в мембранных системах с функцией Хэвисайда.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации Перечень вопросов к экзамену

1. Электромембранные аппараты
2. Молекулярная диффузия
3. Электромиграция
4. Сверхпредельный перенос
5. Конвективный перенос
6. Ионоселективная мембрана
7. Перенос тока в растворах электролитов
8. Концентрация электролита в камере обессоливания
9. Поток ионов i -го типа
10. Иерархическая классификация математических моделей электродиализных аппаратов
11. Одномерная модель конвективной-диффузии
12. Процесс обессоливания раствора бинарного электролита
13. Стационарный перенос бинарного электролита
14. Трехмерные математические модели
15. Разделительная и электродные камеры проточного электрофореза
16. Объяснение принципа разделения горизонтального сечение электрофорезной камеры,
17. Электродные и охлаждающие камеры
18. Уравнение Нернста-Планка
19. Уравнение Навье-Стокса в приближении Буссинеска
20. Уравнение конвективной теплопроводности с учетом Джоулева эффекта
21. Классический подход к решению уравнений мембранной электрохимии
22. Асимптотические методы (метод Пуанкаре, метод усреднения, метод пограничного слоя)
23. Асимптотическая последовательность
24. Асимптотическое разложение сингулярно – возмущенных задачах
25. Методы Л.А. Люстерника и М.И. Вишика
26. Метод ВКБ и преобразование Лангера
27. Теория сингулярных возмущений
28. Метод сращиваемых асимптотических разложений
29. Методы решения сингулярно-возмущенных задач мембранной электрохимии
30. Вывод моделей переноса бинарного электролита в мембранных системах
31. Переход к безразмерному виду в системе электродиффузионных уравнений и оценка безразмерных параметров
32. Декомпозиция системы уравнений Нернста-Планка-Пуассона в безразмерном виде
33. Оценка членов декомпозиционных уравнений и вывод моделей переноса

34. Декомпозиция системы уравнений модели переноса в приближении закона Ома
35. Асимптотический метод решения уравнения для функции u . Сведение к эталонному уравнению
36. Метод последовательных приближений решения уравнения для функции u . Сведение к эталонному уравнению
37. Метод Ньютона решения уравнения для функции u . Сведение к эталонному уравнению
38. Асимптотический метод решения уравнения для обобщенной концентрации
39. Метод последовательных приближений решения уравнения для обобщенной концентрации
40. Асимптотический метод решения уравнения для функции \square
41. Метод последовательных приближений решения уравнения для функции \square
42. Алгоритм асимптотического решения краевой задачи модели переноса в приближении закона Ома для симметричного электролита
43. Алгоритм итерационного метода решения краевой задачи модели переноса в приближении закона Ома для симметричного электролита
44. Структура иерархической системы математических моделей.
45. Нахождение высших асимптотических разложений краевой задачи модели с функцией Хэвисайда
46. Решение в области пространственного заряда

5.Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1 Основная литература:

1. Дамаскин, Б.Б. Электрохимия / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий, Г.А. Цирлина. СПб: Лань, 2015. 671 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58166.
2. Коваленко А.В. Математическое моделирование физико-химических процессов в среде Comsol Multiphysics 5.2. / Коваленко А.В., Узденова А.М., Уртенев М.Х., Никоненко В.В.СПб.: Изд-во «Лань», 2017. 228 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа:<https://e.lanbook.com/book/93695>.
3. Узденова, А.М. Математическое моделирование мембранных процессов с использованием Comsol Multiphysics / А.М. Узденова, А.В. Коваленко, М.Х. Уртенев – Карачаевск: КЧГУ, 2012. 180 с.
4. Чубырь, Н.О. Двумерные математические модели переноса бинарного электролита в электромембранных системах (численный и асимптотический анализ) / Чубырь Н.О., Уртенев М.Х., Коваленко А.В. Краснодар: ФГБОУ ВПО «КубГТУ», 2012. 131 с.

5.2 Дополнительная литература:

1. Узденова, А.М. Математические модели электроконвекции в электромембранных системах. (монография)/ Узденова А.М., Уртенев М.Х., Коваленко А.В. / – Карачаевск: КЧГУ, 2011.- 154 с.
2. Осипов, Ю.В. Компьютерное моделирование нанотехнологий, наноматериалов и наноструктур. Диффузия [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.В. Осипов, М.Б.

Славин. — Электрон. дан. — М. : МИСИС, 2011. — 73 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=47465.

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

1. Multiphysics Modeling and Simulation Software COMSOL Multiphysics [Электронный ресурс] comsol.com
2. COMSOL Multiphysics – программный пакет, предназначенный для конечно-элементного анализа в различных областях физики и инженерного дела. [Электронный ресурс] cae-services.ru
3. Евроинтех - COMSOL Multiphysics - Численное моделирование ... [Электронный ресурс] eurointech.ru/comsol
4. Консультационный центр MATLAB: [Электронный ресурс] matlab.exponenta.ru.
5. Моделирование с COMSOL Multiphysics 4.2. [Электронный ресурс] informatika.hi-edu.ru.
6. Чубырь Н.О Численное решение краевой задачи модели переноса бинарного электролита в приближении закона/ Коваленко А.В., Узденова А.М., Уртенев М.Х., Хромых А.А., Барсукова В. Ю. [Электронный ресурс] // Научный журнал КубГАУ, №77(03), 2012 года. С. 43-58. Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/03/pdf/13.pdf>
7. Чубырь Н.О Анализ краевой задачи модели переноса бинарного электролита в приближении закона Ома /Коваленко А.В., Уртенев М.Х., Узденова А.М., Хромых А.А., Барсукова В. Ю.// [Электронный ресурс] Научный журнал КубГАУ, №77(03), 2012 года. С. 1-19. Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/03/pdf/33.pdf>.
8. Чубырь Н.О Численное решение краевых задач для квазилинейных уравнений математической физики с функцией Хэвисайда./ Коваленко А.В., Уртенев М.Х, Узденова А.М.// [Электронный ресурс] Современные проблемы науки и образования.

7. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Контрольная работа представляет собой самостоятельную реферативную работу студентов. Каждый студент выполняет работу по одной теме.

Для написания реферата необходимо подобрать литературу. Общее количество литературных источников, включая тексты из Интернета, (публикации в журналах), должно составлять не менее 10 наименований. Учебники, как правило, в литературные источники не входят.

Рефераты выполняют на листах формата А4. Страницы текста, рисунки, формулы нумеруют, рисунки снабжают порисуночными надписями. Текст следует печатать шрифтом №14 с интервалом между строками в 1,5 интервала, без недопустимых сокращений. В конце реферата должны быть сделаны выводы.

В конце работы приводят список использованных источников.

Реферат должен быть подписан студента с указанием даты ее оформления.

Работы, выполненные без соблюдения перечисленных требований, возвращаются на доработку.

Выполненная студентом работа определяется на проверку преподавателю в установленные сроки. Если у преподавателя есть замечания, работа возвращается и после исправлений либо вновь отправляется на проверку, если исправления существенные, либо предъявляется на зачете, где происходит ее защита.

Творческие задания (проекты), способствующие формированию компетенций базовой части ООП

Проведите анализ по одной из выбранных вами тематик (не менее 10 слайдов и 20 листов текста). Возможно использование звукового сопровождения, анимации (аудио-, и видеоматериала).

На первой странице слайда обязательно укажите Ф.И.О. автора, курс.

Оценивается работа по следующим критериям:

- полнота представленного материала;
- оформление;
- представление и защита.

Темы презентаций

- Презентация «Построение математических моделей переноса бинарного электролита».
- Презентация «Построение эффективных численных и асимптотических методов решения краевых задач соответствующих моделей».

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

8.1 Перечень информационных технологий

1. Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
2. Использование электронных презентаций при проведении занятий.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения

1. Microsoft Windows 8, 10
2. Microsoft Office Professional Plus
3. Matlab (пакеты fuzzy logic toolbox, Neural Network toolbox, Anfis toolbox, Simulink toolbox)
4. COMSOL COMSOL Multiphysics ClassKit License

8.3 Перечень необходимых информационных справочных систем

1. Википедия, свободная энциклопедия. [Электронный ресурс]. – Wikipedia <http://ru.wikipedia.org>
2. Электронная библиотека КубГУ

9. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

№	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень оборудования и технических средств обучения
---	--	--

1.	Аудитория, для лекционных занятий	Учебная мебель, компьютерная техника, стационарное или переносное мультимедийное оборудование (129, 131, 133, А305, А307, А508, 239А)
2.	Аудитория, для лабораторных занятий	Аудитория для семинарских занятий, укомплектованная необходимой мебелью (доска, столы, стулья) компьютерами с лицензионным программным обеспечением и выходом в интернет (106, 106а, А301, А504, 239А)
3.	Аудитория, для практических занятий	Аудитория для семинарских занятий, укомплектованная необходимой мебелью (доска, столы, стулья), презентационной техникой (аудитории: 129, 131, А305, А307, 239А) или переносным демонстрационным оборудованием (аудитории: 133,147, 148, 149, 150, 100С, А3016, А512, А508, 239А)
4.	Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций	Аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, лицензионное программное обеспечение (А504, А506, 239А)
5.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория для семинарских занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная необходимой мебелью (доска, столы, стулья) (аудитории: 129, 131, 133, А305, А307, 147, 148, 149, 150, 100С, А3016, А512, А508), компьютерами с лицензионным программным обеспечением и выходом в интернет (106, 106а, А301, А504, 239А)
6.	Аудитория для самостоятельной работы	Аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, лицензионное программное обеспечение (читальный зал, 102А)