

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
Магуров Е.А.
подпись
«27» апреля 2018 г.



РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.В.ДВ.01.02 ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ГИДРОДИНАМИКА

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

Квалификация выпускника – Магистр

Форма обучения – Очная

Краснодар 2018

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

Программу составила:

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

Коваленко А.В. – кандидат экономических наук,
доцент кафедры прикладной математики

Рабочая программа дисциплины 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 «Электрохимическая гидродинамика» является развитие профессиональных компетентностей приобретения практических навыков в моделировании задач электрохимической гидродинамики, реализующих инновационный характер в высшем образовании.

1.2 Задачи дисциплины:

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

1.3 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Электрохимическая гидродинамика» является дисциплиной по выбору вариативной части Блока 1 учебного плана.

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

Обеспечивает способность у обучающихся к теоретикометодологическому анализу проблем моделирования сложных систем электрохимической гидродинамики; формирование компетенций при разработке моделей электрохимической гидродинамики. 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 «Электрохимическая гидродинамика»:

№ п.п.	Индекс	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			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 в области электрохимической гидродинамики	получать новые научные и прикладные результаты при исследовании моделей электрохимической гидродинамики	навыками самостоятельно и в составе научного коллектива получать новые научные и прикладные результаты при исследовании моделей электрохимической гидродинамики
2.	ПК-4	способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности	методы разработки моделей электрохимической гидродинамики	анализировать концептуальные и теоретические модели электрохимической гидродинамики	навыками разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели электрохимической гидродинамики

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 часа), 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)		0,2	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:		43,8	43,8
Курсовая работа		-	-
Проработка учебного (теоретического) материала			
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)			
Реферат		-	-
Подготовка к текущему контролю			
Контроль:			
Подготовка к экзамену			
Общая трудоемкость	час.	72	72
	в том числе контактная работа	28,2	28,2
	зач. ед	2	2

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
			Все го	Лек.	Лаб	
	Раздел 1 Математическое моделирование переноса в электромембранных системах с учетом конвективных течений					
1.	Роль сопряженных эффектов в электрохимических системах	6	2	2		4
2.	Декомпозиция системы уравнений Нернста-Планка с учетом условия электронейтральности	6	2	2		4
3.	Математическое моделирование переноса в электромембранных системах с учетом гравитационной конвекции	6	2	2		4
4.	Алгоритм численного анализа переноса в электромембранных системах с учетом гравитационной конвекции	8	4	2	2	4
5.	Влияние гравитационной конвекции на перенос в электромембранных системах	8	4	2	2	4

6.	Математическое моделирование переноса в электромембранных системах с учетом электроконвекции	12	4	2	2	8
	Раздел 2 Математическое моделирование гидродинамики в электромембранных системах					
7.	Гидродинамическая диссипация	8	4	2	2	4
8.	Математическое моделирование вращающейся вокруг своей оси ячейки	6	2		2	4
9.	Математическое моделирование неподвижной ячейки с миксером	6	2		2	4
10.	Математическое моделирование неподвижной ячейки с вращающейся мембраной	5,8	2		2	3,8
	ИКР	0,2				
	Итого:	72	28	14	14	43,8

2.3 Содержание разделов дисциплины:

№ раздел а	Наименование раздела/модуля	Форма текущего контроля
1	2	4
1	Математическое моделирование переноса в электромембранных системах с учетом конвективных течений	1. Опрос по результатам индивидуального задания 2. Подготовка рефератов, презентаций, выступлений. 3. Проверка выполнения лабораторных работ
2	Математическое моделирование гидродинамики 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

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

1	Математическое моделирование переноса в электромембранных системах с учетом конвективных течений	Тема 1. Роль сопряженных эффектов в электрохимических системах Тема 2. Декомпозиция системы уравнений Нернста-Планка с учетом условия электронейтральности Тема 3. Математическое моделирование переноса в электромембранных системах с учетом гравитационной конвекции Тема 4. Алгоритм численного анализа переноса в электромембранных системах с учетом гравитационной конвекции Тема 5. Влияние гравитационной конвекции на перенос в электромембранных системах Тема 6. Математическое моделирование переноса в электромембранных системах с учетом электроконвекции	1. Подготовка рефератов, презентаций, выступлений. 2. Резюме, аналитический обзор по проблеме.
2	Математическое моделирование гидродинамики в электромембранных системах	Тема 1. Гидродинамическая диссипация	1. Подготовка рефератов, презентаций, выступлений. 2. Резюме, аналитический обзор по проблеме. 3. Опрос по результатам индивидуального задания

2.3.2 Семинарские занятия – не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1.	Математическое моделирование переноса в электромембранных системах с учетом конвективных течений	Алгоритм численного анализа переноса в электромембранных системах с учетом гравитационной конвекции	Проверка выполнения лабораторной работы

		Влияние гравитационной конвекции на перенос в электромембранных системах	Проверка выполнения лабораторной работы
		Математическое моделирование переноса в электромембранных системах с учетом электроконвекции	Проверка выполнения лабораторной работы
2.	Математическое моделирование гидродинамики в электромембранных системах	Гидродинамическая диссипация	Проверка выполнения лабораторной работы
		Математическое моделирование вращающейся вокруг своей оси ячейки	Проверка выполнения лабораторной работы
		Математическое моделирование неподвижной ячейки с миксером	Проверка выполнения лабораторной работы
		Математическое моделирование неподвижной ячейки с вращающейся мембраной	Проверка выполнения лабораторной работы

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
1	2	3
1	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.
2	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.
3	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.
4	Подготовка докладов	Методические указания для подготовки эссе, рефератов, курсовых работ, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.
5	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.
6	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 об электрохимической гидродинамике.

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 электрохимической гидродинамики.

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

- задания на математическое моделирование электрохимической гидродинамики;
- задания на разработку программного продукта для математического моделирования электрохимической гидродинамики;
- задания на разработку проектной документации программного продукта для математического моделирования электрохимической гидродинамики.

Занятия, проводимые с использованием интерактивных технологий

	Наименование разделов (тем)	Количество часов	
		всего ауд. часов	интерактивные часы
	2	3	4
	Математическое моделирование переноса в электромембранных системах с учетом конвективных течений	10	3
	Математическое моделирование гидродинамики в электромембранных системах	18	5
	Итого по дисциплине:	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 (зачета).

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 полунявный 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 полунявным методом краевой задачи модели переноса бинарного электролита в мембранных системах с функцией Хэвисайда.

Задание №5. Напишите программу на языке Matlab для решения полунявным 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 зачету

1. Явление «сверхпредельного» переноса в электромембранных системах
2. Принципиальная схема электромембранной системы очистки воды
3. Электроконвекция и причины ее возникновения
4. Гравитационной конвекции и причины ее возникновения
5. Основные уравнения переноса
6. Некоторые следствия из уравнений переноса
7. Вывод уравнения конвективной диффузии для бинарного электролита подвижности и коэффициенты диффузии
8. Одномерные модели, основанные на концепции диффузионного слоя Нернста
9. Двумерные модели
10. Трехмерные модели
11. Современные подходы к математическому моделированию гравитационной конвекции
12. Алгоритм декомпозиции и декомпозиционные уравнения
13. Вывод уравнений для плотности тока
14. Трехмерный случай уравнений для плотности тока
15. Двумерный случай уравнений для плотности тока
16. Физическая постановка задачи
17. Переход к безразмерному виду, оценка критериальных чисел, входящих в уравнения
18. Преобразование системы уравнений Навье-Стокса
19. Гальваностатическая модель
20. Потенциостатическая модель
21. Переход к конечно-разностным уравнениям. Явная схема.
22. Переход к конечно-разностным уравнениям. Неявная схема.
23. Алгоритм численного решения. Гальваностатическая модель, явная схема
24. Алгоритм численного решения. Гальваностатическая модель, неявная схема.

25. Алгоритм численного решения. Потенциостатическая модель, явная схема
26. Алгоритм численного решения. Потенциостатическая модель, неявная схема
27. Результаты численных исследований
28. Верификация результатов
29. Метод дробления шага
30. Сравнение численного решения с экспериментальными данными
31. Формулировка и решение упрощенной модельной задачи
32. Алгоритм численного решения.

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

5.1 Основная литература:

1. Дамаскин, Б.Б. Электрохимия [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий, Г.А. Цирлина. — Электрон. дан. — СПб : Лань, 2015. — 671 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58166.
2. 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.
3. Узденова, А.М. Математическое моделирование мембранных процессов с использованием Comsol Multiphysics (Учебное пособие) / А.М. Узденова, А.В. Коваленко, М.Х. Уртенев – Карачаевск: КЧГУ, 2012. – 180 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. Микилева, Г.Н. Аналитическая химия. Электрохимические методы анализа [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.Н. Микилева, Г.Г. Мельченко, Н.В. Юнникова ; под ред. Микелевой Г.Н.. — Электрон. дан. — Кемерово : КемГУ, 2010. — 184 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4590>. — Загл. с экрана.
3. Коваленко, А.В. Краевые задачи для системы электродиффузионных уравнений. Часть 1. Одномерные задачи. Монография. / Уртенев М.Х., Коваленко А.В. / –LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co. KG, Germany, Saarbrücken, 2011. - 281с.
4. Уртенев, К.М. Математическое моделирование тепломассопереноса в электродиализных аппаратах водоподготовки (монография)/А.В. Коваленко, К.М. Уртенев, Т.Л. Шапошникова – Москва: Финансы и статистика, 2010.- 207 с.

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».
- Презентация «Математическое моделирование задачи Жолковского в Comsol Multiphysics». – Презентация «Математическое моделирование задачи Рубинштейна в Comsol Multiphysics».

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (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
1. Matlab (пакеты fuzzy logic toolbox, Neural Network toolbox, Anfis toolbox, Simulink toolbox)
2. 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)