

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ В
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ЗАДАЧАХ»**

Б1.В.ОД.3

По направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника для подготовки кадров высшей квалификации.

Профиль 05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Форма обучения

заочная

Краснодар 2018

Рабочая программа дисциплины «Вычислительные и информационные методы в физико-химических задачах» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования Подготовка кадров высшей квалификации

Направление подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника (утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 г. N 875) С изменениями и дополнениями от: 30 апреля 2015 г.г.

Программу составил(и):

К.А. Лебедев, д.ф.-м.н., доцент, профессор

подпись

Рабочая программа дисциплины «Вычислительные и информационные методы в физико-химических задачах» утверждена на заседании кафедры прикладной математики протокол № 7 «18» апреля 2018г.

Заведующий кафедрой Уртенев М.Х.

подпись

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

Председатель УМК факультета Малыхин К.В.

подпись

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 (ИКСИБ) ФГБОУ ВО «КубГТУ».

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цель дисциплины: формирование у аспирантов дисциплины «Компьютерное моделирование переноса ионов в физико-химических задачах» –системных знаний в области математического моделирования переноса частиц в мембранной электрохимии и обеспечение естественнонаучного фундамента для подготовки аспирантов к научной деятельности; формирование у аспирантов системных знаний в области математического моделирования в физико-химических средах и обеспечение естественнонаучного фундамента для профессиональной подготовки специалиста.

1.2 Задачи дисциплины:

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

–формирование у навыков самостоятельной аналитической и научно-исследовательской работы в данной области;

–показать аспирантам возможности современных технических и программных средств для решения исследовательских задач теоретического характера применительно к данному классу задач;

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Компьютерное моделирование переноса ионов в физико-химических задачах» относится к обязательным дисциплинам вариативного блока Б1.В учебного плана направления подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника профиля Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Программа связана со следующими дисциплинами: математические методы и модели нанотехнологий, численные и аналитические методы исследований математических моделей, компьютерное моделирование в задачах гидродинамики, математические модели и инструментальные средства в экономике, а также с дисциплиной кандидатского экзамена математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

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

Изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	УК - 2	способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;	как проектировать и осуществлять комплексные исследования, в предметной области дисциплины на основе научного мировоззрения.	применять знаний в области истории и философии науки при работе в предметной области дисциплины;	набором умений проектирования комплексных исследований, в том числе междисциплинарных

№ п.п .	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
2.	ОПК- 6;	способностью представлять полученные результаты научно-исследовательской деятельности на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских прав	как представлять полученные результаты научно-исследовательской деятельности в области предмета, на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских прав.	представлять полученные результаты научно-исследовательской деятельности на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских прав	методами предмета и представлять полученные результаты научно-исследовательской деятельности на высоком уровне
3.	ПК - 1	владением основных теории, концепции и принципов в избранной области деятельности, способен к системному мышлению ;	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 задачах.	математическим аппаратом компьютерном моделирование переноса ионов в физико-химических средах, применяя системное мышление

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			
Контактная работа, в том числе:					
Аудиторные занятия (всего):					
Занятия лекционного типа	18	18	-	-	-
Лабораторные занятия			-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	36	36	-	-	-
			-	-	-
Иная контактная работа:					
Контроль самостоятельной работы (КСР)					
Промежуточная аттестация (ИКР)					

Самостоятельная работа, в том числе:						
Курсовая работа				-	-	-
Проработка учебного (теоретического) материала		54	54	-	-	-
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)				-	-	-
Реферат				-	-	-
Подготовка к текущему контролю				-	-	-
Контроль:						
Подготовка к экзамену						
Общая трудоемкость	час.	108	108	-	-	-
	в том числе контактная работа					
	зач. ед	3	3			

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины

№ раз-дела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Описание различных моделей переноса частиц в физико-химических средах. Описание процессов переноса в электродиализных аппаратах. Компьютерное моделирование электромембранных процессов и аппаратов для очистки воды.	24	2		6	16
2	Математические модели физико-химических процессов переноса: однослойные и многослойные задачи переноса частиц. Стационарные и нестационарные модели. Математические пакеты физического моделирования.	27	2		2	16
3	Методы решения краевых задач физико-химических процессов. Аналитические, приближённые, численные методы. Методы решения однослойных и многослойных краевых задач. Задачи электродиффузионного переноса бинарного электролита.	27	4		4	20
4	Термодинамика неравновесных процессов. Математическое моделирование переноса в электромембранных системах с учетом электроконвекции	22	8		12	2

5	Моделирование течения электролита уравнений Навье-Стокса в канале электрохимической ячейки. Течение жидкости к вращающемуся диску. Турбулентное течение.		2		12	
	<i>Итого по дисциплине</i>	108	18		36	54

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	Описание различных моделей переноса частиц в физико-химических средах. Моделирование процессов переноса в однослойных и многослойных областях. Краевые задачи для системы электродиффузионных уравнений. Моделирование одномерных задач мембранной электрохимии. Краевые задачи одномерных стационарных моделей массопереноса с условиями электронейтральности.	Устный опрос, аналитический обзор по проблеме. Доклад по материалам статьи, исследования.
2.	Математические модели физико-химических процессов переноса: однослойные и многослойные задачи переноса частиц. Стационарные и нестационарные модели	Краевые задачи одномерных стационарных моделей массопереноса с условиями нарушения электронейтральности. Декомпозиция системы уравнений Нернста-Планка-Пуассона. Модельные уравнения конвективного переноса. Модельные уравнения диссипации, конвекции и кинетики.	Доклад по материалам статьи, исследования.
3.	Методы решения краевых задач физико-химических процессов. Методы решения однослойных и многослойных краевых задач.	Математические модели в многослойных мембранных системах. Двухточечные и многоточечные краевые задачи. Моделирование диссипации, конвекции и кинетики. Стационарные и нестационарные процессы. Численные решения. Двумерные модели переноса бинарного электролита.	Устный опрос, аналитический обзор по проблеме.
4.	Моделирование переноса ионов в среде Comsol	Численное моделирование процессов переноса, тепло- и массообмена на основе уравнений Навье-Стокса. Математическое моделирование переноса в электромембранных системах с учетом электроконвекции.	Устный опрос, аналитический обзор по проблеме.
5.	Механика жидких сред. Течение жидкости к вращающемуся диску. Турбулентное течение.	Баланс массы и импульса. Граничные условия. Течение жидкости к вращающемуся диску. Турбулентное течение. Массоперенос в турбулентном течении.	Устный опрос, аналитический обзор по проблеме.

2.3.2 Занятия семинарского типа

Занятия семинарского типа - не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1.	Компьютерное моделирование электромембранных процессов и аппаратов для очистки воды	Численное решение краевых задач для системы электродиффузионных уравнений для двух и нескольких ионов. Краевые задачи для системы электродиффузионных уравнений. Моделирование одномерных однослойных задач мембранной электрохимии.	опросы по материалам <i>Л</i> и <i>ЛР</i>
2.	Математические модели физико-химических процессов переноса: однослойные и многослойные задачи переноса частиц. Стационарные и нестационарные модели.	Краевые задачи одномерных стационарных моделей массопереноса с условиями нарушения электронейтральности. Декомпозиция системы уравнений Нернста-Планка–Пуассона. Модельные уравнения конвективного переноса. Модельные уравнения диссипации, конвекции и кинетики. Численные схемы для моделирования диссипации, конвекции и кинетики. Моделирование гидродинамики в каналах электродиализных ячеек.	опросы по материалам <i>Л</i> и <i>ЛР</i>
3.	Методы решения краевых задач физико-химических процессов. Методы решения однослойных и многослойных краевых задач.	Методы решения краевых однослойных и многослойных краевых задач. Роль граничных условий при моделировании переноса в электромембранных системах с учетом электроконвекции.	опросы по материалам <i>Л</i> и <i>ЛР</i>
4.	Математическое моделирование переноса в электромембранных системах с учетом электроконвекции	Численное моделирование процессов переноса на основе уравнений Навье–Стокса. Двумерные модели мембранной электрохимии. Интерфейсы математического пакета Comsol.	опросы по материалам <i>Л</i> и <i>ЛР</i>
5.	Механика жидких сред. Течение жидкости к вращающемуся диску. Турбулентное течение.	Баланс массы и импульса. Граничные условия. Течение жидкости к вращающемуся диску. Турбулентное течение. Массоперенос в турбулентном течении.	опросы по материалам <i>Л</i> и <i>ЛР</i>

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы - не предусмотрены.

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

Сочетание традиционных образовательных технологий в форме лекций и лабораторных. Каждый аспирант выступает с сообщением по одной из тем программы курса и решённым задачам. Возможно применение и других образовательных технологий.

Исследовательские методы в обучении. Дает возможность учащимся самостоятельно пополнять свои знания, глубоко вникать в изучаемую проблему и предполагать пути ее решения, что важно при формировании мировоззрения. Каждый аспирант выступает с сообщением по одной из тем программы курса и решённым задачам.

Проблемное обучение. Создание в учебной деятельности проблемных ситуаций и организация активной самостоятельной деятельности учащихся по их разрешению, в результате чего происходит творческое овладение знаниями, умениями, навыками, развиваются мыслительные способности.

Проектные методы обучения. Работа по данной методике дает возможность развивать индивидуальные творческие способности учащихся, более осознанно подходить к профессиональному и социальному самоопределению.

Информационно-коммуникационные технологии Изменение и неограниченное обогащение содержания образования, использование и интегрированных курсов, доступ в ИНТЕРНЕТ.

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 привлечения студентов 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.

Примерные темы для самостоятельной разработки

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.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену

1. Краевые задачи для системы электродиффузионных уравнений.
2. Одномерные и двумерные модели переноса бинарного электролита.
3. Моделирование одномерных задач мембранной электрохимии.
4. Стационарная электродиффузия двух ионов через ионообменную мембрану.
5. Стационарная электродиффузия трёх сортов ионов через ионообменную мембрану.
6. Компьютерное моделирование явление конвекции.
7. Влияние конвективного слагаемого в уравнении Нернста -Планка на характеристики переноса ионов в заряженном капилляре синтетической мембраны.
8. Моделирование диссипации, конвекции и кинетики.
9. Моделирование гидродинамики в каналах электродиализных ячеек.
10. Методы стрельбы в моделях электрохимии.
11. Конечноразностные методы в моделях электрохимии.
12. Двумерные модели мембранной электрохимии.
13. Диэлектрическое насыщение в биполярной мембране.
14. Компьютерное моделирование электромембранных процессов для очистки воды
15. Численное моделирование процессов переноса на основе уравнений Навье–Стокса.
16. Компьютерное моделирование двумерных моделей переноса бинарного электролита.
17. Баланс массы и импульса. Граничные условия. Течение жидкости к вращающемуся диску.
18. Турбулентное течение. Массоперенос в турбулентном течении.

Пример экзаменационного билета:

Дисциплина

«Вычислительные и информационные методы в физико-химических задачах»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

1. Моделирование одномерных задач мембранной электрохимии..
2. Двумерные модели переноса в электромембранных системах. Распределения концентраций.

Преподаватель:

Д-р. физ-мат. наук,
проф. каф. прикл. математики

К.А. Лебедев

Зав. кафедрой прикл. математики
Д-р. физ-мат. наук, профессор

М.Х. Уртенев

Отлично: На два теоретических вопроса даны развернутые ответы, студент аргументирует свои суждения, грамотно владеет профессиональной терминологией и показывает: глубокое, полное знание содержания учебного материала, понимание сущности рассматриваемых закономерностей, принципов и теорий; умение давать точные определения основным понятиям, выделять существенные связи между рассматриваемыми закономерностями. Студент полно и правильно ответил на вопросы преподавателя.

Хорошо: На два теоретических вопроса даны развернутые ответы. Студент, допуская отдельные неточности, обнаруживает достаточное владение учебным материалом, в том числе понятийным аппаратом; демонстрирует уверенную ориентацию в изученном материале, возможность применять знания для решения практических задач, но затрудняется в приведении примеров. Возможно, при изложении одного вопроса допущены явные неточности в формулировке; студент в целом правильно отвечает на вопросы комиссии, допуская несущественные погрешности.

Удовлетворительно: Студент излагает основное содержание учебного материала, но раскрывает материал неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, не умеет доказательно обосновать свои суждения. Допускает существенные ошибки на ответы преподавателя..

Неудовлетворительно: Студент демонстрирует разрозненные бессистемные знания, не выделяет главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, беспорядочно, неуверенно излагает материал, или вообще отказывается от ответа.

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 [Электронный ресурс] : 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. Лебедев К. А., Кузякина М. В. (КубГУ). Математические и компьютерные методы для моделирования переноса ионов. Краевые задачи [Текст] : Ч. 1 / К. А. Лебедев,; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар : [Кубанский государственный университет], 2017. - 97 с.
3. Уртенев К. М., Коваленко, Шапошникова Т. Л. Математическое моделирование тепломассопереноса в А. В. электродиализных аппаратах водоподготовки [Текст] / - М.: Финансы и статистика, 2010. - 214 с.

5.2. Дополнительная литература:

6. Узденова Аминат Магомедовна. Математические модели электроконвекции в электромембранных системах [Текст] / А. М. Узденова, А. В. Коваленко, М. Х. Уртенев. - Карачаевск : [КЧГУ], 2011. - 154 с.
7. Чубырь Наталья Олеговна (КубГУ). Двумерные математические модели переноса бинарного электролита в мембранных системах (численный и асимптотический анализ) [Текст] : монография / Н. О. Чубырь, А. В. Коваленко, М. Х. Уртенев ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федеральное гос. бюджетное образоват. учреждение высшего проф. образования "Кубанский гос. технол. ун-т". - Краснодар : [КубГТУ], 2012. - 131 с
8. Пасконов В.М., Полежаев В.И., Чудов Л.А. Численное моделирование процессов тепло и массообмена М.: Наука. 1984. 284.

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
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-тренинги.
- Использование электронных презентаций при проведении практических занятий.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

В данном курсе используются пакеты прикладных программ **mathCAD** которое имеется в лабораториях факультета. Также редактора Word для чтения электронных пособий и написания отчётов. При подготовке курсовых работ, связанных с численными методами решения краевых задач понадобятся языки программирования высокого уровня в пакетах mathCAD

- Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель «Windows Media Player»).
- Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).

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).
 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 оснащённость
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащённая презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО)
2.	Лабораторные занятия	Лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Компьютерный класс
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащённый компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.