

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



Т.А. Хагуров

2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.Б.05.02 ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ
ФИЗИКА (ПРАКТИКУМ НА ЭВМ)**

Направление подготовки 03.03.02 Физика

Направленность «Фундаментальная физика»

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация выпускника бакалавр

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины «Вычислительная физика (Практикум на ЭВМ)» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 03.03.02 «Физика».

Программу составил:

В.В. Лежнев, доцент кафедры
теоретической физики и компьютерных
технологий, канд. физ.-мат. наук,
доцент


_____ подпись

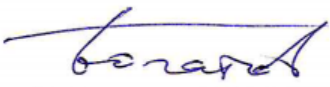
Рабочая программа дисциплины «Вычислительная физика (Практикум на ЭВМ)» утверждена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий
протокол № 10 от 16 апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Исаев В.А.


_____ подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики и информационных систем
протокол № 10 от 16 апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Богатов Н.М.


_____ подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета
протокол № 9 от 20 апреля 2020 г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.


_____ подпись

Рецензенты:

Г.П. Ильченко, к.ф.-м.н., доцент кафедры радиофизики и нанотехнологий
физико-технического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ»

Ю.А. Половодов, к. п. н., генеральный директор ООО «КПК»

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью учебной дисциплины «Вычислительная физика (Практикум на ЭВМ)» является формирование у студента фундамента современной информационной культуры; обеспечение устойчивых навыков работы на персональном компьютере (ПК) с использованием современных информационных технологий; обучение студентов основам современной методологии использования компьютерных информационных технологий и практической реализации их основных элементов с использованием ПК и программных продуктов общего назначения, а также изучение методов проведения численных расчетов.

1.2 Задачи дисциплины

Задачей преподавания дисциплины является обеспечение выполнения требований Государственного образовательного стандарта, в соответствии с которыми специалист в области фундаментальной физики и радиофизики должен быть подготовлен к решению следующих типов задач по виду профессиональной деятельности: организационно-управленческая деятельность, научно-исследовательская деятельность.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.Б.05.02 «Вычислительная физика (Практикум на ЭВМ)» относится к базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана направления 03.03.02 «Физика» и ориентирована на ознакомление студентов с рядом основных вычислительных методов, применяемых при решении физических задач и при обработке данных эксперимента, способами их оптимальной реализации на компьютере, оценками погрешности результата проводимых расчетов.

Дисциплина находится в логической и содержательно-методологической взаимосвязи с другими частями ООП и базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин «Программирование» и «Численные методы и математическое моделирование». Дисциплина «Вычислительная физика (Практикум на ЭВМ)» является обязательной дисциплиной для последующего обучения в магистратуре.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-5	способностью использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией	базовые информационные процессы; структуру, модели, методы и средства базовых и прикладных информационных технологий; методику создания, проектирования и сопровождения	применять информационные технологии при решении функциональных задач в различных предметных областях, а также при разработке и проектировании информационных систем; использовать в проектируемых	современными средствами проектирования, разработки и сопровождения информационных систем

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
			систем на базе информационной технологии	и эксплуатируемых информационных системах и технологиях современные средства программирования	
2.	ОПК-6	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	принципы выбора и оценивания способов реализации информационных систем и устройств (программно-, аппаратно- или программно-аппаратно-) для решения поставленной задачи	выбирать и оценивать способы реализации информационных систем и устройств (программно-, аппаратно- или программно-аппаратно-) для решения поставленной задачи	навыками выбора и оценивания способов реализации информационных систем и устройств (программно-, аппаратно- или программно-аппаратно-) для решения поставленной задачи
3.	ПК-5	способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований	основные численные схемы, возникающие при компьютерном решении физических задач (аппроксимаций, линейных и нелинейных уравнений, интегралов, дифференциальных уравнений), особенности дискретизации основных уравнений физики	корректно подходить к решению проблемы выбора численных методов и организации вычислительного эксперимента в рамках определенных математических моделей различных физических явлений и процессов; критически оценивать результаты компьютерных расчетов; использовать алгоритмические методы уменьшения вычислительных ошибок	как общими средствами вычислительной математики, так и специфическими для каждого узкого класса задач приемами, которые позволяют решать задачи современной вычислительной физики

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

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

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			4			
Контактная работа, в том числе:		54,2	54,2			
Аудиторные занятия (всего):		48	48			
Занятия лекционного типа		32	32			
Лабораторные занятия		-	-			
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		16	16			
Иная контактная работа:		6,2	6,2			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		6	6			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2			
Самостоятельная работа, в том числе:		53,8	53,8			
Проработка учебного (теоретического) материала		23,8	23,8			
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		20	20			
Подготовка к текущему контролю		10	10			
Контроль:		-	-			
Подготовка к экзамену		-	-			
Общая трудоемкость	час.	108	108			
	в том числе контактная работа	54,2	54,2			
	зач. ед.	3	3			

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
						СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Предмет вычислительной физики.	11	5	2	-	4
2.	Интерполирование и приближение функций.	23,8	6	3	-	14,8
3.	Решение нелинейных уравнений из различных разделов физики.	15	5	2	-	8
4.	Численное интегрирование.	17	5	3	-	9
5.	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений (задача Коши и двухточечные задачи).	18	6	3	-	9

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Л	ПЗ	ЛР	СРС	Итого
6.	Основные методы анализа и построения разностных схем.	17	5	3	-	9
	<i>Итого по дисциплине:</i>		32	16	-	53,8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Предмет вычислительной физики.	Физика и математические модели. Аналитические и численные модели. Вычислительная математика и вычислительная физика. Вычислительный эксперимент: роль и постановка. Особенности вычислений на множестве машинных чисел. Понятие об основных уравнениях математической физики и их численном решении. Волновые уравнения. Уравнение теплопроводности (диффузии). Уравнения Максвелла. Уравнение Шредингера. Уравнения газогидродинамики. Уравнения Навье-Стокса. Стационарные уравнения. Постановка основных задач для уравнений математической физики (задача Коши, краевая задача для стационарных уравнений, смешанная краевая задача).	Устный опрос
2.	Интерполирование и приближение функций.	Общая постановка задачи интерполирования. Интерполирование многочленами. Интерполяционные формулы Лагранжа и Ньютона. Аппроксимация многочленами Чебышева, Бернштейна и Бернулли. Интерполирование сплайнами (кусочно полиномиальная аппроксимация). Краевые условия для определения коэффициентов сплайна. Естественный кубический сплайн. Сходимость процесса интерполирования кубическими сплайнами. Метод прогонки решения трехдиагональной системы алгебраических уравнений для определения коэффициентов кубического сплайна. Применение сплайнов (численное интегрирование, анализ Фурье, решение трансцендентных уравнений и т.д.). Среднеквадратические приближения. Метод наименьших квадратов в статистической обработке результатов физического эксперимента. Вычисление специальных функций. Примеры из физики.	Устный опрос

3.	Решение нелинейных уравнений из различных разделов физики.	Метод дихотомии. Метод хорд. Метод касательных (Ньютона). Метод простых итераций. Условия сходимости. Модификация методов на системы нелинейных уравнений. Разновидности итерационных процессов: сходимость, циклы, детерминированный хаос. Примеры решения физических задач.	Устный опрос
4.	Численное интегрирование.	Теоретический метод оценки погрешности интерполяционных квадратурных формулы (средних, трапеций, Симпсона, Ньютона-Котеса) на основе разложений в ряды Тейлора. Корректировка погрешности методом Рунге (экстраполяция Рунге-Кутты). Автоматический подбор шага интегрирования. Квадратурные формулы Гаусса: механизм построения и оценка погрешности. Метод Монте-Карло в расчете определенных и кратных интегралов. Примеры решения физических задач.	Устный опрос
5.	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений (задача Коши и двухточечные задачи).	Решение с помощью рядов Тейлора – теоретический "эталонный" метод. Одноступенчатые численные методы Рунге-Кутты первого - четвертого порядков (Эйлера, исправленный и модифицированный методы Эйлера, "классический" метод Рунге-Кутты четвертого порядка): формулировка, сходимость, погрешность. Многоступенчатые методы численного интегрирования: формулировка, сходимость, погрешность. Жесткие системы линейных и нелинейных обыкновенных уравнений. Устойчивость методов численного интегрирования. Задача о колебательном контуре. Точное аналитическое решение тестовой задачи. Точное и численное решение задачи о колебательном контуре методом суперпозиции. Точное и численное решение задачи о колебательном контуре методом прогонки. Точное и аналитическое решение задачи о колебательном контуре методом сопряженного оператора.	Устный опрос
6.	Основные методы анализа и построения разностных схем.	Основные понятия. Численное дифференцирование. Основные свойства разностных схем: аппроксимация и устойчивость. Анализ аппроксимации. Критерий фон Неймана для анализа устойчивости разностных схем. Принцип замороженных коэффициентов. Шаблон разностной схемы. Примеры из физики.	Устный опрос

2.3.2 Занятия семинарского типа

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Предмет вычислительной физики.	Компьютерный эксперимент	Выполнение задания
2.	Интерполирование и приближение функций.	1. Графическое представление данных (программы для построения графиков); 2. Обработка результатов физического эксперимента (электронные таблицы)	Выполнение задания
3.	Решение нелинейных уравнений из различных разделов физики.	Решение физических задач (среда РТС mathcad)	Выполнение задания
4.	Численное интегрирование.	Методы обработки экспериментальных данных	Выполнение задания
5.	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений (задача Коши и двухточечные задачи).	1. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка; 2. Решение систем дифференциальных уравнений	Выполнение задания
6.	Основные методы анализа и построения разностных схем.	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений высших порядков	Выполнение задания

2.3.3 Лабораторные занятия

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые проекты не предусмотрены учебным планом.

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	Подготовка к лекционным занятиям	Лужков А.А. Основы вычислительной физики / А.А. Лужков, В.И. Сельдяев. - Санкт-Петербург: РГПУ им. А. И. Герцена, 2013. - 104 с. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428266
2	Проработка учебного (теоретического) материала	Поттер, Д. Вычислительные методы в физике / Д. Поттер. - Москва: Мир, 1975. - 395 с. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457033

3	Подготовка к текущему контролю	Куликов И.М. Технологии разработки программного обеспечения для математического моделирования физических процессов / И.М. Куликов. - Новосибирск: НГТУ, 2013. - Ч. 1. Использование суперкомпьютеров, оснащенных графическими ускорителями. - 40 с. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229128
---	--------------------------------	--

3. Образовательные технологии

Общая образовательная схема курса «Вычислительная физика (Практикум на ЭВМ)» строится по традиционной технологии лекционно-семинарско-зачетной системы (формы) обучения: сначала учебный материал сжато преподносится студентам лекционным методом, а затем прорабатывается, усваивается и применяется на семинарских занятиях в компьютерном классе; результаты усвоения проверяются в форме зачета. Собственно освоение материала происходит в рамках технологии проблемного обучения, поскольку проведение практических занятий в компьютерном практикуме имеет широкие возможности для создания проблемных ситуаций посредством активизирующих действий преподавателя, который формулирует задания и ставит конкретные вопросы, направленные на обобщение, обоснование, конкретизацию, логику рассуждения; побуждает делать сравнения (например, при анализе результатов численного счета различными методами), выводы из ситуации, сопоставлять результаты; ставит проблемные задачи (например, что произойдет, если вычислительные схемы будут соответствующим образом изменены и. т.п.).

Курсы, затрагивающие технологию использования компьютерной техники в различных сферах деятельности, обязаны строиться на основе активных и интерактивных форм занятий. Поэтому программа курса предусматривает чередование образовательного материала, ставящего проблему, с активной и интерактивной формами занятий посредством выполнения системы заданий по проведению компьютерных расчетов и последующим анализом полученных результатов в конкретных ситуациях. Предусматривается чередование форм занятий в процессе времени аудиторных занятий. Для самостоятельной работы также предлагаются задания, требующие исследования возможностей компьютерной вычислительной среды. Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов, не имеющих противопоказаний к обучению, согласно письму Минздравсоцразвития от 12.04.2011 № 302- 6 н, учебные занятия организуются с учетом индивидуальных возможностей обучаемых – с применением дистанционных образовательных технологий и средств удаленного доступа, с проведением консультаций в интерактивном режиме on-line (Skype) и (или) по электронной почте, с обеспечением электронными образовательными ресурсами (электронными пособиями, презентациями).

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

Текущая аттестация проводится по результатам выполнения практических заданий.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вопросы к зачету:

1. Формат представления чисел с плавающей точкой
2. Источники ошибок при численном расчете на компьютере.
3. Алгоритмы методов дихотомии и золотого сечения решения нелинейного уравнения.
4. Алгоритмы методов секущих и касательных решения нелинейного уравнения.

5. Вывод формулы для численного дифференцирования.
6. Погрешность формул численного дифференцирования
7. Вывод простейших квадратурных формул для интегрирования функции.
8. Алгоритм интегрирования Адамса-Башфорта.
9. Алгоритм интегрирования Рунге-Кутты 4-го порядка.
10. Решение задачи Коши.
11. Классификация систем ОДУ и методов их решения.
12. Матрицы: определитель, след матрицы, транспонированная матрица, обратная матрица, собственные значения матрицы.
13. Обращение матрицы
14. Методы решения СЛАУ.
15. Метод наименьших квадратов.
16. Симплекс-метод минимизации функции от двух переменных.
17. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
18. Полиномиальная интерполяция.
19. Недостатки полиномиальной интерполяции и основная идея метода сплайновой интерполяции.
20. Аппроксимация Чебышева.
21. Аппроксимация Паде.
22. Аппроксимация полиномами.
23. Нелинейная регрессия общего вида
24. Ряд Фурье.
25. Преобразование Фурье.

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.

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

5.1 Основная литература:

1. Лужков А.А. Основы вычислительной физики / А.А. Лужков, В.И. Сельдяев. - Санкт-Петербург: РГПУ им. А. И. Герцена, 2013. - 104 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428266>.

5.2 Дополнительная литература:

1. Поттер, Д. Вычислительные методы в физике / Д. Поттер. - Москва: Мир, 1975. - 395 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457033>.

2. Куликов И.М. Технологии разработки программного обеспечения для математического моделирования физических процессов / И.М. Куликов. - Новосибирск: НГТУ, 2013. - Ч. 1. Использование суперкомпьютеров, оснащенных графическими ускорителями. - 40 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229128>.

3. Крахоткина Е.В. Численные методы в научных расчетах / Е.В. Крахоткина. - Ставрополь: СКФУ, 2015. - 162 с.: - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458055>.

4. Слабнов В.Д. Численные методы: лекции / В.Д. Слабнов. - Казань: Познание, 2012. - 192 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364221>.

5. Гавришина О.Н. Численные методы: учебное пособие / О.Н. Гавришина, Ю.Н. Захаров, Л.Н. Фомина. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2011. - 238 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232352>.

6. Барашков В.А. Методы математической физики: учебное пособие / В.А. Барашков. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2012. - 150 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363874>.

5.3. Периодические издания:

1. Вестник СПбГУ. Серия: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления

2. Информатика и образование

3. Информатика. Реферативный журнал. ВИНТИ

4. Информационные технологии

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

№ п/п	Ссылка	Пояснение
1.	http://www.scirus.com	Scirus – бесплатная поисковая система для поиска научной информации.
2.	http://www.elibrary.ru	Научная электронная библиотека (НЭБ) содержит полнотекстовые версии научных изданий ведущих зарубежных и отечественных издательств.
3.	http://diss.rsl.ru	«Электронная библиотека диссертаций» Российской Государственной Библиотеки (РГБ) в настоящее время содержит более 400 000 полных текстов наиболее часто запрашиваемых читателями диссертаций. Ежегодное оцифровывание от 25000 до 30000 диссертаций.
4.	http://www.lektorium.tv	«Лекториум ТВ» – видеолекции ведущих лекторов России. Лекториум – on-line – библиотека, где ВУЗы и известные лектории России презентуют своих лучших лекторов. Доступ к материалам свободный и бесплатный. Все видеозаписи публикуются только на

		основании договоров.
5.	http://moodle.kubsu.ru	Среда модульного динамического обучения
6.	http://mschool.kubsu.ru	Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Необходимо задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Целесообразно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.

Практические занятия позволяют развивать у студентов творческое теоретическое мышление, умение самостоятельно изучать литературу, анализировать практику; учат четко формулировать мысль, вести дискуссию, то есть имеют исключительно важное значение в развитии самостоятельного мышления.

Структура дисциплины определяет следующие вид самостоятельной работы студентов: самоподготовка.

Самоподготовка является одним из видов самостоятельной работы студентов очной формы обучения. Она проводится в целях закрепления знаний, полученных на всех видах учебных занятий, а также расширения и углубления знаний, т.е. активного приобретения студентами новых знаний.

Самоподготовка включает изучение материала по рекомендованным учебникам и учебным пособиям. Так как существует огромное количество учебной литературы, то для этого вида самоподготовки необходимо предварительное указание преподавателя. Преподаватель должен выступать здесь в роли опытного «путеводителя», определяя последовательность знакомства с литературными источниками и «глубину погружения» в каждый из них.

Преподаватель должен прогнозировать затруднения, которые могут возникнуть у студентов при самостоятельном изучении и усвоении учебного материала и предусмотреть оперативную консультацию по любому вопросу. Если возникают затруднения по одному и тому же материалу (вопросу) у многих студентов, то желательно провести групповую консультацию. Консультации должны быть краткими: групповая - 2-3 мин., индивидуальная - 1-2 мин. Глубину и качество усвоения учебного материала необходимо непрерывно отслеживать при проведении текущего контроля знаний.

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

- Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
- Использование электронных презентаций при проведении лекционных и практических занятий.

8.1 Перечень необходимого программного обеспечения

- 1) Интегрированная среда разработки Microsoft Visual Studio.
- 2) MathCad.

8.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

1. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>)
2. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» (www.studmedlib.ru)
3. Электронная-библиотечная система «Лань» (<https://e.lanbook.com>)
4. Электронная-библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» (www.biblioclub.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	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа – ауд. 201, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
2.	Семинарские занятия	Учебные аудитории для проведения практических занятий – ауд. 213, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
3.	Самостоятельная работа	Аудитория для самостоятельной работы – ауд. 208, корп. С (ул. Ставропольская, 149)