


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Вычислительная математика» знакомит студентов с основополагающими положениями теории и практическими вопросами компьютерной реализации вычислительных методов с акцентом на учет погрешностей вычислений.

Предметом изучения являются основные вычислительные методы решения задач линейной алгебры и математического анализа без попытки охватить все многообразие численных методов.

Цели дисциплины «Вычислительная математика» –

- заложить базовые знания и умения в области построения и особенностей компьютерной реализации численных методов для систем обработки информации и управления;
- обеспечить понимание фундаментальных концепций в проблемах анализа погрешностей численных методов;
- привить навыки алгоритмического мышления и способность разбираться в приложениях теории численных методов.

Названная дисциплина будет использована при изучении отдельных дисциплин профессионального цикла, а также к применению этих знаний и умений в дальнейшей учебе и практической деятельности и при выполнении курсовых и выпускных работ.

Задачи дисциплины – охватить изучением пять базовых разделов, а именно:

- (1) методы Гаусса и Гаусса-Жордана исключения неизвестных в задачах решения систем линейных алгебраических уравнений, отыскания обратной матрицы и вычисления определителя, посредством стандартных и современных векторно-ориентированных алгоритмов LU -разложения,
- (2) методы разложения Холецкого положительно определенных матриц, имеющие практическое значение в численных методах оптимизации,
- (3) методы Хаусхолдера, Гивенса и Грама-Шмидта ортогональных преобразований в задачах решения систем линейных алгебраических уравнений, отыскания обратной матрицы, а также при решении переопределенных систем уравнений,
- (4) метод наименьших квадратов в задаче решения произвольных систем уравнений, включая две интерпретации задачи: детерминистскую и статистическую,
- (5) итерационные методы численного отыскания корней линейных и нелинейных уравнений: базовые методы Якоби, Зейделя, Ричардсона, Юнга и Ньютона.


2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Вычислительная математика» принадлежит базовой части Блока 1 образовательной программы и читается в 4-м семестре студентам направления 02.03.03 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем» очной формы обучения.

Пререквизиты (*предшествующие учебные дисциплины*, успешное изучение которых необходимо для полного освоения программы дисциплины): Алгебра и геометрия, Дискретная математика, Математический анализ, Информатика и программирование, Технология программирования, Технология разработки программного обеспечения, Дифференциальные уравнения, Математическая логика, Модели данных и прикладные алгоритмы.

Кореквизиты (*параллельные учебные дисциплины*, успешное изучение которых способствует успешному освоению программы дисциплины): Теория систем и системный анализ.

Постреквизиты (*последующие учебные дисциплины*, для успешного изучения которых требуется полное освоение программы дисциплины): Функциональный анализ, Базы дан-

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

ных, Компьютерное моделирование, Системы искусственного интеллекта, Криптографические методы защиты информации, Обнаружение вторжений и защита информации, Компьютерная графика, Системы принятия решений, Методы машинного обучения, Методы и системы обработки больших данных.


Результаты освоения дисциплины необходимы также для прохождения учебной, производственной, преддипломной практик и государственной итоговой аттестации.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Вычислительная математика» направлен на формирование следующих компетенций.

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций. <i>В результате изучения дисциплины студент должен:</i>
ОПК-1 – способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	Знать: что составляет содержание основных задач вычислительной математики и типовых методов их решения; Уметь: анализировать структуру погрешностей, сопровождающих решение вычислительных задач, свойства корректности и обусловленности задач и методов вычислительной математики, сравнительные характеристики прямых и итерационных методов решения линейных систем уравнений и классические методы решения нелинейных уравнений; Владеть: методами вычислений, методами решения основных задач вычислительной математики.
ОПК-2 – способен применять современный математический аппарат, связанный с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности	Знать: задачи и алгоритмы метода наименьших квадратов, постановку проблемы собственных значений матриц и вводные сведения об основах ее решения; Уметь: выводить и доказывать положения математической теории методов вычислений, изучать предмет самостоятельно; использовать литературные источники; использовать персональный компьютер для программирования; эффективно конспектировать материал и распоряжаться рабочим временем; Владеть: методами построения компьютерных программ для решения основных задач вычислительной математики.
ПК-5 – способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования	Знать: как методы вычислений и компьютеры применяются к проблемам реального мира и как с их помощью решаются основные задачи вычислительной математики; Уметь: понимать реализацию и поведение методов вычислений и решений на практике; логически формулировать методы вычислений в виде алгоритмов решения задач с применением языков программирования высокого уровня; Владеть: методикой разработки компьютерных программ высокого уровня сложности, эффективно реализующих основные алгоритмы методов вычислительной математики с учетом требований быстродействия, точности и экономии памяти.

4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

Форма обучения – очная.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 ЗЕТ.


Дисциплина реализуется в 4 семестре; в конце семестра предусмотрена **промежуточная аттестация** в форме экзамена.

Текущий контроль успеваемости реализуется посредством трех контрольных работ в классе (их содержательная тематика приведена в Фонде оценочных средств в качестве приложения к этой рабочей программе).

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего): 5 з.е.

4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы:

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения – очная)			
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам		
		2	3	4
Контактная работа обучающихся с преподавателем	64/64*			64/64*
Аудиторные занятия:	64/64*			64/64*
• Лекции	32/32*			32/32*
• Практические и семинарские занятия	16/16*			16/16*
• Лабораторные работы (лабораторный практикум)	16/16*			16/16*
Самостоятельная работа	80			80
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы				Учет посещаемости, проверка выполнения лабораторных работ (проверка выполнения домашних заданий) и трех контрольных работ в классе
(Контроль) Экзамен	36			36
Всего часов по дисциплине	180			180
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	экзамен			экзамен
Общая трудоемкость в зач. ед.	5			5

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		


*Количество часов работы ППС с обучающимися в дистанционном формате с применением электронного обучения

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий в таблице через слеш указывается количество часов работы ППС с обучающимися для проведения занятий в дистанционном формате с применением электронного обучения.


4.3. Содержание дисциплины

Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Название разделов и тем	Все-го	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля надлежащей успеваемости (ТКНУ) и достигнутого уровня знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	8
Раздел 1. Обзор содержания и оценивание курса (1/1/0/0/1)							
1.1. Обзор курса вычислительной математики .	2	1	1	0		0,5	Опрос
1.2. Система ТКНУ и финальное оценивание.	1	0	0	0		0,5	Опрос
ИТОГО	3	1	1	0		1	Опрос
1	2	3	4	5	6	7	8
Раздел 2. Методы Гаусса и Гаусса-Жордана (8/4/6/0/16)							
2.1. Алгоритмы методов Гаусса и Гаусса-Жордана.	8	2	1	1		4	Лабораторная работа №1. Домашнее задание к ЛР №1.
2.2. Стратегии выбора ведущего элемента.	4,5	1	0,5	1		2	Лабораторная работа №1. Домашнее задание к ЛР №1.
2.3. Погрешности численных методов.	4,5	1	0,5	1		2	Лабораторная работа №1. Домашнее задание к ЛР №1.
2.4. Вычисление обратной матрицы.	6	1	1	1		3	Лабораторная работа №1. Домашнее задание к ЛР №1.
2.5. Компактные схемы LU-разложения.	7	2	1	1		3	Лабораторная работа №1. Домашнее задание к ЛР №1.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

2.6. Плохо обусловленные матрицы.	4	1	0	1		2	Лабораторная работа №1. Домашнее задание к ЛР №1.
ИТОГО	34	8	4	6	КР №1 = V_{кр-1} баллов	16	Лабораторная работа №1 = N₁ баллов.
1	2	3	4	5	6	7	8
Раздел 3. Методы разложения Холецкого (4/4/5/0/16)							
3.1. Положительно определенные матрицы.	5	1	0	1		3	Проработка теоретического материала
3.2. Квадратные корни матриц и квадратичные формы.	5	0	1	1		3	Лабораторная работа №2. Домашнее задание к ЛР №2.
3.3. Стандартные алгоритмы Холецкого.	7	1	1	1		4	Лабораторная работа №2. Домашнее задание к ЛР №2.
3.4. <i>ijk</i> -алгоритмы разложения Холецкого.	6	1	1	1		3	Лабораторная работа №2. Домашнее задание к ЛР №2.
3.5. Алгоритмы окаймления.	6	1	1	1		3	Лабораторная работа №2. Домашнее задание к ЛР №2.
ИТОГО	29	4	4	5	КР №2 = V_{кр-2} баллов	16	Лабораторная работа №2 = N₂ баллов.
1	2	3	4	5	6	7	8
Раздел 4. Методы ортогональных преобразований (6/4/5/0/16)							
4.1. Ортогональные матрицы и их приложения.	6	1	0	1		4	Проработка теоретического материала
4.2. Метод отражений Хаусхолдера.	10	2	2	2		4	Лабораторная работа №3. Домашнее задание к ЛР №3.
4.3. Метод вращений Гивенса.	8	2	1	1		4	Лабораторная работа №3. Домашнее задание к ЛР №3.
4.4. Методы Грама-Шмидта.	7	1	1	1		4	Лабораторная работа №3. Домашнее задание к ЛР №3.
ИТОГО	31	6	4	5	КР №3	16	Лабораторная

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

					= В _{кр-3} баллов		работа №3 = Нз баллов.
1	2	3	4	5	6	7	8
Раздел 5. Метод наименьших квадратов (6/2/0/0/16)							
5.1. Задача и метод наименьших квадратов (МНК).	6,5	1,5	0	0		5	Проработка теоретического материала
5.2. Метод нормальных уравнений.	8	2	1	0		5	Проработка теоретического материала
5.3. Методы последовательного решения задачи МНК.	8,5	2,5	1	0		5	Проработка теоретического материала
ИТОГО	23	6	2	0		15	Проработка теоретического материала
Раздел 6. Заключение – итерационные методы (7/1/0/0/16)							
6.1. Классические методы Якоби и Зейделя.	6,25	2	0.25	0		4	Проработка теоретического материала
6.2. Каноническая форма одношаговых ИМ.	6,25	2	0.25	0		4	Проработка теоретического материала
6.3. Методы простой итерации, Рундсона, Юнга.	6,25	2	0.25	0		4	Проработка теоретического материала
6.4. Метод Ньютона решения нелинейных уравнений.	5,25	1	0.25	0		4	Проработка теоретического материала.
ИТОГО	24	7	1	0		16	Проработка теоретического материала
Экзамен	36	0	0	0	0	0	ТКНУ= Посещаемость + (КР №1-2-3) + (ЛР №1-2-3). Ответ на экзаменационный билет во время сессии.
<p>Правило выставления оценки за курс: Итоговый балл $FG = 0,05 \cdot A + 0,30 \cdot H/3 + 0,65 \cdot E/4$.</p> <p>Посещаемость $A = 100 - P$, где P = штраф за N неуважительных пропусков: $P = 0$ при $N = 0$; $P = 10$ при $N = 1$; $P = 50 + 50 \cdot (N - 2)$ при $2 \leq N \leq 7$; $P = 300 + 200 \cdot (N - 7)$, при $7 \leq N$. $P = 0$ при $N_1 \geq 86$.</p> <p>Выполнение заданий по ЛР №1-2-3: $H = H_1 + H_2 + H_3$, где H_i – процент выполнения i-й ЛР.</p> <p>Экзамен: $E = (В_{кр-1}) + (В_{кр-2}) + (В_{кр-3}) + (В_{уоэ})$, где $(В_{кр-i})$ – процент выполнения i-й КР,</p>							

(Вуоэ) – уровень ответа на вопросы экзамена во время сессии (Вуоэ).

Отображение **FG** на стандартную шкалу экзаменационных оценок: **FG** = {86 : 100} => «отлично»; **FG** = {71 : 85} => «хорошо»; **FG** = {56 : 70} => «удовлетворительно»; **FG** = {0 : 55} => «неудовлетворительно». (Шаг по 15 баллов на каждую из трех положительных оценок).

(Это правило показывает общий принцип, доказавший свою работоспособность за многие годы применения. Его отдельные параметры могут быть незначительно скорректированы в каждом текущем году.)

Итоговое распределение часов по темам и видам учебной работы

Название разделов и тем	Всего (час)	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля надлежащей успеваемости (ТКНУ) и достигнутого уровня знаний
		Аудиторные занятия (час)			Занятия в интерактивной форме (час)	Самостоятельная работа (час)	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	8
Всего разделов 6 и тем 24	180	32	16	16	0	80	Посещаемость; Назначение штрафа за неуважительные пропуски; Процент выполненного объема заданий по ЛР №1-2-3; Баллы за три контрольные работы; Балл за ответ на экзаменационный билет во время сессии.

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Обзор содержания и оценивание курса (1/1/0/0/1)

Тема 1.1. Обзор курса «Вычислительная математика»: Выдача студентам руководящего документа (1 стр. текста) «Обзор курса» – для повседневного использования. (1/0/0)


Тема 1.2. Система текущего контроля надлежащей успеваемости (ТКНУ) и финальное оценивание: Информирование обучающихся о применяемой в этом курсе системе ТКНУ и о правиле учета результатов ТКНУ для финального оценивания достигнутого уровня знаний (ДУЗ) студента в период экзаменационной сессии. (0/1/0)

Раздел 2. Методы Гаусса и Гаусса-Жордана (8/4/6/0/16)

Тема 2.1. Алгоритмы методов Гаусса и Гаусса-Жордана: Теоремы о единственности LU-разложения и теоремы об алгоритме этих разложений в одном массиве. Решение систем после разложения: прямой и обратный ход процедуры. (2/1/1)

Тема 2.2. Стратегии выбора ведущего элемента: Три основные стратегии: по столбцу, по строке и активной подматрице. Практическая реализация этих стратегий без фактических перестановок в памяти компьютера. (1/0,5/1)

Тема 2.3. Погрешности численных методов: Классификация погрешностей: методические, трансформированные и инструментальные. Распространение погрешностей. Прямой и обратный анализ погрешностей. (1/0,5/1)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

Тема 2.4. Вычисление обратной матрицы: Вычисление обратной матрицы через решение системы (первый способ). Вычисление обратной матрицы через LU -разложение (второй способ – элиминативная форма обратной матрицы). (1/1/1)

Тема 2.5. Компактные схемы LU -разложения: Доказательство алгоритма Краута (компактная схема «строка-столбец»). Строчно ориентированная схема. (2/1/1)

Тема 2.6. Плохо обусловленные матрицы: Обусловленность матриц и обусловленность задач. Стандартное число обусловленности матрицы. Примеры задач с плохой обусловленностью матриц. (1/0/1)

Этот раздел предусматривает выполнение студентом Контрольной работы №1 (в классе) и Лабораторного проекта (работы) №1. Все задания – индивидуальные.

Раздел 3. Методы разложения Холецкого (4/4/5/0/16)

Тема 3.1. Положительно определенные матрицы: Свойства положительно определенных матриц. Необходимые и достаточные условия положительной определенности матриц. (1/0/1)

Тема 3.2. Квадратные корни матриц и квадратичные формы: Неединственность квадратного корня матрицы. Определение квадратической формы матрицы. (0/1/1)

Тема 3.3. Стандартные алгоритмы Холецкого: Разновидности разложений Холецкого: с операцией квадратного корня и без этой операции. Вывод алгоритмов Холецкого (доказательство по методу квадратических форм). (1/1/1)

Тема 3.4. ijk -алгоритмы разложения Холецкого: Разновидности векторно ориентированных алгоритмов. Алгоритмы с немедленными и с отложенными модификациями, строчно- и столбцово-ориентированные алгоритмы. (1/1/1)

Тема 3.5. Алгоритмы окаймления: Алгоритмы окаймления известной или неизвестной части LU -разложения. (1/1/1)

Этот раздел предусматривает выполнение студентом Контрольной работы №2 (в классе) и Лабораторного проекта (работы) №2. Все задания – индивидуальные.

Раздел 4. Методы ортогональных преобразований (6/4/5/0/16)

Тема 4.1. Ортогональные матрицы и их приложения: Определение ортогональных векторов и ортогональных матриц. Примеры ортогональных матриц и преимущества их использования в численных методах. (1/0/1)

Тема 4.2. Метод отражений Хаусхолдера: Прямая и обратная задачи отражений в евклидовом пространстве. Задача триангуляризации матриц, численное решение систем уравнений и обращение матриц на основе метода Хаусхолдера. (2/2/2)

Тема 4.3. Метод вращений Гивенса: Определение матриц вращения в евклидовом пространстве. Задача триангуляризации матриц, численное решение систем уравнений и обращение матриц на основе метода Гивенса. (2/1/1)

Тема 4.4. Методы Грама-Шмидта: Метод ортогонализации системы векторов. Процедура Грама-Шмидта: обыкновенный и модифицированный алгоритмы. (1/1/1)


Этот раздел предусматривает выполнение студентом Контрольной работы №3 (в классе) и Лабораторного проекта (работы) №3. Все задания – индивидуальные.

Раздел 5. Метод наименьших квадратов (6/2/0/0/16)

Тема 5.1. Задача и метод наименьших квадратов (МНК): Постановка задачи моделирования по методу наименьших квадратов. Формальное решение задачи в классе линейных систем. Нормальное псевдорешение. (1,5/0/0)

Тема 5.2. Метод нормальных уравнений: Вывод нормальных уравнений на основе математического анализа и на основе геометрии. Алгоритмы одновременного решения нормальных уравнений. (2/1/0)

Тема 5.3. Методы последовательного решения задачи МНК: Статистическая интерпре-

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

тация метода наименьших квадратов. Включение априорной статистической информации в процесс решения задач метода НК. Включение предыдущего МНК-решения в реализацию метода НК. (2,5/1/0)

Этот раздел предусматривает выполнение студентом самостоятельной проработки теоретического материала, преподаваемого в лекциях и практических (семинарских) занятиях.

Раздел 6. Заключение – итерационные методы (7/1/0/0/16)

Тема 6.1. Классические методы Якоби и Зейделя: Итерационная формула задачи отыскания корней уравнений. Формулирование методов Якоби и Зейделя. Скалярная и векторная формы записи этих методов. (2/0,25/0)

Тема 6.2. Каноническая форма одношаговых ИМ: Классификация итерационных методов и представление их в единой форме стандартных одношаговых явных или неявных методов. (2/0,25/0)

Тема 6.3. Методы простой итерации, Рундсона, Юнга: Формулировки метода простой итерации, метода Рундсона и метода Юнга (верхней релаксации). (2/0,25/0)


Тема 6.4. Метод Ньютона решения нелинейных уравнений: Классический метод Ньютона безусловной минимизации функций и связанный с ним метод решения нелинейных уравнений. (1/0,25/0)

Этот раздел предусматривает выполнение студентом самостоятельной проработки теоретического материала, преподаваемого в лекциях и практических (семинарских) занятиях.

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практические занятия (семинары) занимают 8 учебных занятий (по 2 академических часа каждое). Они предусматривают решение задач по тематике Разделов 1 – 6 и обсуждение найденных решений. *Сертификат о надлежащей успеваемости* (СНУ) студент зарабатывает удовлетворительным посещением семинарских занятий и выполнением учебной работы в классе в те сроки, которые указаны в тематическом перечне семинарских занятий. В получении СНУ студенту может быть отказано, если им не удовлетворены следующие условия: (i) все части семинарских заданий студент выполнял на уровне принятых стандартов и представил для оценивания к заданному сроку; (ii) студент проявил удовлетворительную посещаемость аудиторных занятий и удовлетворительное участие во всех разделах курса в следующем перечне тем.

- Тема 1.2. Система текущего контроля надлежащей успеваемости (ТКНУ) и финальное оценивание.** (1 час)
Тема 2.1. Алгоритмы методов Гаусса и Гаусса-Жордана. (1 час)
- Тема 2.2. Стратегии выбора ведущего элемента:** Три основные стратегии: по столбцу, по строке и активной подматрице. Практическая реализация этих стратегий без фактических перестановок в памяти компьютера. (0,5 часа)
Тема 2.3. Погрешности численных методов: Классификация погрешностей: методические, трансформированные и инструментальные. Распространение погрешностей. Прямой и обратный анализ погрешностей. (0,5 часа)
Тема 2.4. Вычисление обратной матрицы: Вычисление обратной матрицы через решение системы (первый способ). Вычисление обратной матрицы через LU -разложение (второй способ – элиминативная форма обратной матрицы). (1 час)
- Тема 2.5. Компактные схемы LU -разложения:** Доказательство алгоритма Краута (компактная схема «строка-столбец»). Строчно ориентированная схема. (1 час)
Тема 3.2. Квадратные корни матриц и квадратичные формы: Неединственность квадратного корня матрицы. Определение квадратической формы матрицы. (1 час)
- Тема 3.3. Стандартные алгоритмы Холесского:** Разновидности разложений Холесского: с операцией квадратного корня и без этой операции. Вывод алгоритмов

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

Холесского (доказательство по методу квадратических форм). (1 час)

Тема 3.4. *ijk-алгоритмы разложения Холесского:* Разнообразности векторно ориентированных алгоритмов. Алгоритмы с немедленными и с отложенными модификациями, строчно- и столбцово-ориентированные алгоритмы. (1 час)

5. **Тема 3.5. *Алгоритмы окаймления:*** Алгоритмы окаймления известной или неизвестной части LU -разложения. (1 час)

Тема 4.2. *Метод отражений Хаусхолдера – I:* Прямая и обратная задачи отражений в евклидовом пространстве. Задача триангуляризации матриц, численное решение систем уравнений и обращение матриц на основе метода Хаусхолдера. (1 час)

6. **Тема 4.2. *Метод отражений Хаусхолдера – II:*** Прямая и обратная задачи отражений в евклидовом пространстве. Задача триангуляризации матриц, численное решение систем уравнений и обращение матриц на основе метода Хаусхолдера. (1 час)

Тема 4.3. *Метод вращений Гивенса:* Определение матриц вращения в евклидовом пространстве. Задача триангуляризации матриц, численное решение систем уравнений и обращения матриц на основе метода Гивенса. (1 час)

7. **Тема 4.4. *Методы Грама-Шмидта:*** Метод ортогонализации системы векторов. Процедура Грама-Шмидта: обыкновенный и модифицированный алгоритмы. (1 час)

Тема 5.2. *Метод нормальных уравнений:* Вывод нормальных уравнений на основе математического анализа и на основе геометрии. Алгоритмы одновременного решения нормальных уравнений. (1 час)

8. **Тема 5.3. *Методы последовательного решения задачи МНК:*** Статистическая интерпретация метода наименьших квадратов. Включение априорной статистической информации в процесс решения задач метода НК. Включение предыдущего МНК-решения в реализацию метода НК. (1 час)

Тема 6.1. *Классические методы Якоби и Зейделя:* Итерационная формула задачи отыскания корней уравнений. Формулирование методов Якоби и Зейделя. Скалярная и векторная формы записи этих методов. (0,25 часа)


Тема 6.2. *Каноническая форма одношаговых ИМ:* Классификация итерационных методов и представление их в единой форме стандартных одношаговых явных или неявных методов. (0,25 часа)

Тема 6.3. *Методы простой итерации, Ричардсона, Юнга:* Формулировки метода простой итерации, метода Ричардсона и метода Юнга (верхней релаксации). (0,25 часа)

Тема 6.4. *Метод Ньютона решения нелинейных уравнений:* Классический метод Ньютона безусловной минимизации функций и связанный с ним метод решения нелинейных уравнений. (0,25 часа)

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ)

Темы лабораторных работ (три проекта)
Лабораторная работа (проект) №1. <i>Стандартные алгоритмы LU-разложения</i> (раздел 2 курса)
Лабораторная работа (проект) №2. <i>Разложения Холесского</i> (раздел 3 курса)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

Лабораторная работа (проект) №3. *Ортогональные преобразования*
(раздел 4 курса)

Лабораторные работы снабжены детальными методическими указаниями.

Особенность: Проект, ввиду его объемности, студент разрабатывает и сдает преподавателю по частям в дисплейном классе по расписанию занятий. Это – одна из интерактивных форм занятий. На первом занятии студент определяет индивидуальное задание на лабораторный проект из предлагаемых **Вариантов** (см. ниже), согласует задание у преподавателя, составляет план-график работы и создает структуру проекта для его выполнения «сверху-вниз». Элементы этой структуры он детализирует (программирует) в режиме индивидуальной (домашней) работы, чтобы на последующих занятиях поэтапно защищать свои результаты. Когда он считает, что готов сдать проект окончательно, он его защищает, подвергая его не только критике преподавателя, но и возможной дискуссии разработчиков аналогичных проектов.

Эта *проектно-ориентированная методика* соединяет шесть преимуществ и обеспечивает их практическую, эффективную реализацию:


1. *Целенаправленность.* Задание на проект (работу) настраивает студента на достижение одной цели, которую он сам способен понять и сформулировать.
2. *Подлинность.* Задание соответствует реальности, то есть формулирует задачи, соответствующие задачам действительности.
3. *Вызов.* Задание предусматривает возрастающие уровни сложности, бросающие студенту вызов с тем, чтобы актуализировать (приводить в действие) все возможности личности, ее творческий потенциал и состязательный инстинкт.
4. *Разнообразие.* Набор заданий создает возможность свободного выбора несоответствующих тем и предусматривать различные сценарии выполнения для поддержания интереса.
5. *Поощрение.* Оценивание достигнутого студентом уровня, который количественно измерим, изначально понятно студенту. Оно работает все более эффективно по мере улучшения приобретаемых студентом навыков в контексте нарастающей успешности выполнения задания (распределенное градуированное поощрение).
6. *Навигация.* Студент имеет возможность самостоятельно осуществлять навигацию по любым сценариям выполнения проекта (контролируемая студентом навигация) для получения желаемой оценки и – в конечном итоге – для достижения своих индивидуальных образовательных целей.

Главная отличительная особенность этого курса и его лабораторного практикума выражается в следующем диалоге, который иногда возникает между Студентом и Экзаменатором:

- **Студент:** Я хорошо знаю этот численный метод и хочу получить более высокую оценку.
- **Экзаменатор:** Если вы хорошо знаете этот метод, то покажите, что вам не составляет труда научить этому методу компьютер.

Варианты задания на лабораторный проект №1:

1. $L\bar{U}$ -разложение на основе гауссова исключения по столбцам с выбором главного

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

- элемента по столбцу.
2. $L\bar{U}$ -разложение на основе гауссова исключения по столбцам с выбором главного элемента по строке.
 3. $L\bar{U}$ -разложение на основе гауссова исключения по столбцам с выбором главного элемента по активной подматрице.
 4. $\bar{L}U$ -разложение на основе гауссова исключения по столбцам с выбором главного элемента по столбцу.
 5. $\bar{L}U$ -разложение на основе гауссова исключения по столбцам с выбором главного элемента по строке.
 6. $\bar{L}U$ -разложение на основе гауссова исключения по столбцам с выбором главного элемента по активной подматрице.
 7. $L\bar{U}$ -разложение на основе гауссова исключения по строкам с выбором главного элемента по строке.
 8. $L\bar{U}$ -разложение по компактной схеме Краута с выбором главного элемента по столбцу.
 9. $\bar{L}U$ -разложение по компактной схеме Краута с выбором главного элемента по строке.
 10. $L\bar{U}$ -разложение по компактной схеме «строка за строкой» с выбором главного элемента по строке.
 11. $L\bar{U}^{-1}$ -разложение $A = L\bar{U}$ на основе жорданова исключения с выбором главного элемента по столбцу.
 12. $L\bar{U}^{-1}$ -разложение $A = L\bar{U}$ на основе жорданова исключения с выбором главного элемента по строке.
 13. $L\bar{U}^{-1}$ -разложение $A = L\bar{U}$ на основе жорданова исключения с выбором главного элемента по активной подматрице.
 14. $\bar{U}L$ -разложение на основе гауссова исключения по столбцам с выбором главного элемента по столбцу.
 15. $\bar{U}L$ -разложение на основе гауссова исключения по столбцам с выбором главного элемента по строке.
 16. $\bar{U}L$ -разложение на основе гауссова исключения по столбцам с выбором главного элемента по активной подматрице.
 17. $U\bar{L}$ -разложение на основе гауссова исключения по столбцам с выбором главного элемента по столбцу.
 18. $U\bar{L}$ -разложение на основе гауссова исключения по столбцам с выбором главного элемента по строке.

19. UL -разложение на основе гауссова исключения по столбцам с выбором главного элемента по активной подматрице.
20. UL -разложение на основе гауссова исключения по строкам с выбором главного элемента по строке.
21. UL -разложение по компактной схеме Краута с выбором главного элемента по столбцу.
22. UL -разложение по компактной схеме Краута с выбором главного элемента по строке.
23. UL -разложение по компактной схеме «строка за строкой» с выбором главного элемента по строке.
24. $L^{-1}U$ -разложение $A = LU$ на основе жорданова исключения с выбором главного элемента по столбцу.
25. $L^{-1}U$ -разложение $A = LU$ на основе жорданова исключения с выбором главного элемента по строке.
26. $L^{-1}U$ -разложение $A = LU$ на основе жорданова исключения с выбором главного элемента по активной подматрице.

Варианты задания на лабораторный проект №2:

Вид разложения	ijk -формы						Окаймление			
	kij	kji	jki	jik	ikj	ijk	известной части		неизвестной части	
							a	b	c	b
$P = \bar{L}D\bar{L}^T$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P = LL^T$	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$P = \bar{U}D\bar{U}^T$	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$P = UU^T$	31	32	33	34	35	36	37	36	39	40

- a — строчный алгоритм;
b — алгоритм скалярных произведений;
c — алгоритм линейных комбинаций.

Варианты задания на лабораторный проект №3:

Вариант заполнения матрицы R	Отражения Хаусхолдера		Вращения Гивенса		Ортогонализация Грама–Шмидта		
	a	b	a	b	c	d	e
 $\triangleq R_{ne}$	1	2	3	4	5	6	7
 $\triangleq R_{nw}$	8	9	10	11	12	13	14
 $\triangleq R_{se}$	15	16	17	18	19	20	21
 $\triangleq R_{sw}$	22	23	24	25	26	27	28

- a — столбцово-ориентированный алгоритм;
 b — строчно-ориентированный алгоритм;
 c — классическая схема;
 d — модифицированная схема;
 e — модифицированная схема с выбором ведущего вектора.

Если нет других указаний преподавателя, студент находит свой вариант по своему номеру в журнале студенческой группы.

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

8.1 Курсовые работы (или рефераты) работы не предусмотрены учебным планом данной дисциплины.

8.2 Тематика контрольных работ: Перечень из 48 вариантов заданий на три контрольные работы (по три задачи в каждом варианте) приведен в Фонде оценочных средств.

Контрольная работа №1: Стандартные алгоритмы LU -разложения: решение систем, отыскание определителя и вычисление обратной матрицы.

Контрольная работа №2: Разложения Холецкого положительно определенных матриц: решение систем и отыскание квадратической формы матрицы.


Контрольная работа №3: Ортогональные преобразования: QR -разложение матрицы (преобразованиями Хаусхолдера или Гивенса), решение систем и вычисление обратной матрицы.

8.2.1 Правила выполнения контрольных работ:


Контрольные работы выполняются в классе. Переписывание (повторное выполнение) контрольных работ запрещено.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

1. Теорема о существовании и единственности $\bar{L}U$ (вариант: $L\bar{U}$)-разложения. Связь разложения и метода Гаусса исключения неизвестных.
2. Теорема о существовании и единственности $U\bar{L}$ (вариант: $\bar{U}L$)-разложения. Связь разложения и метода Гаусса исключения неизвестных.
3. Метод Гаусса: расчетные формулы и подсчет числа действий умножения/деления в процедуре факторизации матрицы.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

4. Метод Гаусса: расчетные формулы и подсчет числа действий умножения/деления в процедурах прямой и обратной подстановки.
5. Элементарные треугольные матрицы. Алгоритм $\bar{L}U$ (вариант: $L\bar{U}$)-разложения с замещением исходной матрицы матрицами U (\bar{U}) и L (\bar{L}).
6. Элементарные треугольные матрицы. Алгоритм $U\bar{L}$ (вариант: $\bar{U}L$)-разложения с замещением исходной матрицы матрицами U (\bar{U}) и L (\bar{L}).
7. Метод Гаусса с выбором главного элемента: стратегии и программная реализация. Выбор ГЭ по строке и решение систем.
8. Метод Гаусса об $\bar{L}U$ (вариант: $L\bar{U}$)-разложении с выбором главного элемента по столбцу активной подматрицы.
9. Метод Гаусса об $\bar{L}U$ (вариант: $L\bar{U}$)-разложении с выбором главного элемента по строке активной подматрицы.
10. Вычисление определителя и обращение матрицы с учетом выбора главного элемента.
11. Метод Гаусса-Жордана: теорема об алгоритме об $L\bar{U}$ -разложении с получением \bar{U}^{-1} .
12. Метод Гаусса-Жордана: теорема об алгоритме $U\bar{L}$ -разложения с получением \bar{L}^{-1} .
13. Компактные схемы $\bar{L}U$ (вариант: $L\bar{U}$)-разложения.
14. Компактные схемы: вариант $U\bar{L}$ (вариант: $\bar{U}L$)-разложения.
15. Алгоритмы $\bar{L}U$ (вариант: $L\bar{U}$)-разложения с исключением по столбцам и по строкам.
16. Алгоритмы $U\bar{L}$ (вариант: $\bar{U}L$)-разложения с исключением по столбцам и по строкам.
17. $\bar{L}D\bar{L}^T$ -разложение положительно-определенных матриц: теоретическое обоснование алгоритма: вывод по методу квадратичных форм.
18. LL^T -разложение положительно-определенных матриц: теоретическое обоснование алгоритма: вывод по методу квадратичных форм.
19. Положительно-определенные матрицы, квадратные корни матриц и разложения Холесского.
20. LL^T -разложение положительно-определенных матриц: теоретическое обоснование алгоритма.
21. LL^T -разложение положительно-определенных матриц: вывод алгоритма по методу квадратичных форм.
22. $\bar{L}D\bar{L}^T$ -разложение положительно-определенных матриц: теоретическое обоснование алгоритма.
23. $\bar{L}D\bar{L}^T$ -разложение положительно-определенных матриц: вывод алгоритма по методу квадратичных форм.
24. UU^T -разложение положительно-определенных матриц: теоретическое обоснование алгоритма.
25. UU^T -разложение положительно-определенных матриц: вывод алгоритма по методу квадратичных форм.
26. $\bar{U}D\bar{U}^T$ -разложение положительно-определенных матриц: теоретическое обоснование алгоритма.


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

27. $\bar{U}\bar{D}\bar{U}^T$ -разложение положительно-определенных матриц: вывод алгоритма по методу квадратичных форм.
28. Элементарные отражения Хаусхолдера: прямая и обратная задачи.
29. Ортогональные преобразования Хаусхолдера для верхней триангуляризации матрицы в задаче решения СЛАУ.
30. Ортогональные преобразования Гивенса для верхней триангуляризации матрицы в задаче решения СЛАУ.
31. Решение СЛАУ и обращение матрицы системы после верхней триангуляризации матрицы ортогональными преобразованиями Хаусхолдера.
32. Решение СЛАУ и обращение матрицы системы после верхней триангуляризации матрицы ортогональными преобразованиями Гивенса.
33. Процедура ортогонализации Грама-Шмидта: обыкновенный алгоритм.
34. Процедура ортогонализации Грама-Шмидта: модифицированный алгоритм.
35. Обыкновенный алгоритм ортогонализации Грама-Шмидта для верхней триангуляризации матрицы в задаче решения СЛАУ.
36. Модифицированный алгоритм ортогонализации Грама-Шмидта для верхней триангуляризации матрицы в задаче решения СЛАУ.
37. Решение СЛАУ и обращение матрицы системы после верхней триангуляризации матрицы обыкновенным алгоритмом Грама-Шмидта.
38. Решение СЛАУ и обращение матрицы системы после верхней триангуляризации матрицы модифицированным алгоритмом Грама-Шмидта.
39. Классификация итерационных методов решения СЛАУ.
40. Каноническая форма итерационных методов решения СЛАУ.
41. Разновидности итерационных методов решения СЛАУ как частные случаи канонической формы ИМ.
42. Итерационный метод Якоби решения СЛАУ.
43. Итерационный метод Зейделя решения СЛАУ.
44. Итерационный метод простой итерации решения СЛАУ.
45. Итерационный метод Рундсона решения СЛАУ.
46. Итерационный метод Юнга решения СЛАУ.
47. Итерационный метод Ньютона решения систем нелинейных уравнений.
48. Классический метод Ньютона безусловной минимизации функций.


10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа студентов осуществляется в форме домашнего выполнения заданий по трем основным темам, по которым студенты выполняют лабораторные работы (проекты) 1, 2 и 3 (см. разд. 7) и вышеуказанные контрольные работы 1, 2 и 3 (см. разд. 8), а также прорабатывают теоретический материал при подготовке к текущим занятиям и финальному экзамену.

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы	Объем в часах	Форма контроля
1.1. Обзор курса вычислительной математики.	Проработка лекционного материала (лекция №1)	0,5	Опрос
1.2. Система ТКНУ и финальное оценивание.	Ознакомление с руководящим документом «Обзор курса» (1 стр. текста)	0,5	Опрос
2.1. Алгоритмы методов Гаусса и Гаусса-Жордана.	Лабораторная работа №1. Домашнее задание к ЛР №1.	4	Экзамен, проверка лабораторных работ, проверка задач

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

2.2. Стратегии выбора ведущего элемента.	Лабораторная работа №1. Домашнее задание к ЛР №1.	2	Экзамен, проверка лабораторных работ, проверка задач
2.3. Погрешности численных методов.	Лабораторная работа №1. Домашнее задание к ЛР №1.	2	Экзамен, проверка лабораторных работ, проверка задач
2.4. Вычисление обратной матрицы.	Лабораторная работа №1. Домашнее задание к ЛР №1.	3	Экзамен, проверка лабораторных работ, проверка задач
2.5. Компактные схемы LU-разложения.	Лабораторная работа №1. Домашнее задание к ЛР №1.	3	Экзамен, проверка лабораторных работ, проверка задач
2.6. Плохо обусловленные матрицы.	Лабораторная работа №1. Домашнее задание к ЛР №1.	2	Экзамен, проверка лабораторных работ, проверка задач
3.1. Положительно определенные матрицы.	Проработка теоретического материала	3	Экзамен, проверка лабораторных работ, проверка задач
3.2. Квадратные корни матриц и квадратичные формы.	Лабораторная работа №2. Домашнее задание к ЛР №2.	3	Экзамен, проверка лабораторных работ, проверка задач
3.3. Стандартные алгоритмы Холесского.	Лабораторная работа №2. Домашнее задание к ЛР №2.	4	Экзамен, проверка лабораторных работ, проверка задач
3.4. <i>ijk</i> -алгоритмы разложения Холесского.	Лабораторная работа №2. Домашнее задание к ЛР №2.	3	Экзамен, проверка лабораторных работ, проверка задач
3.5. Алгоритмы окаймления.	Лабораторная работа №2. Домашнее задание к ЛР №2.	3	Экзамен, проверка лабораторных работ, проверка задач
4.1. Ортогональные матрицы и их приложения.	Проработка теоретического материала	4	Экзамен, проверка лабораторных работ, проверка задач
4.2. Метод отражений Хаусхолдера.	Лабораторная работа №3. Домашнее задание к ЛР №3.	4	Экзамен, проверка лабораторных работ, проверка задач
4.3. Метод вращений Гивенса.	Лабораторная работа №3. Домашнее задание к ЛР №3.	4	Экзамен, проверка лабораторных работ, проверка задач
4.4. Методы Грама-Шмидта.	Лабораторная работа №3. Домашнее задание к ЛР №3.	4	Экзамен, проверка лабораторных работ, проверка задач
5.1. Задача и метод наименьших квадратов (МНК).	Проработка теоретического материала	5	Экзамен
5.2. Метод нормальных уравнений.	Проработка теоретического материала	5	Экзамен
5.3. Методы последовательного решения задачи МНК.	Проработка теоретического материала	5	Экзамен

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

6.1. Классические методы Якоби и Зейделя.	Проработка теоретического материала	4	Экзамен
6.2. Каноническая форма одношаговых ИМ.	Проработка теоретического материала	4	Экзамен
6.3. Методы простой итерации, Ричардсона, Юнга.	Проработка теоретического материала	4	Экзамен
6.4. Метод Ньютона решения нелинейных уравнений.	Проработка теоретического материала	4	Экзамен

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

основная:


1. Семушин, Иннокентий Васильевич. Детерминистские модели динамических систем : учеб. пособие / Семушин Иннокентий Васильевич, Ю. В. Цыганова ; УлГУ. - Ульяновск : УлГУ, 2006.
2. Круглов, В. М. Случайные процессы в 2 ч. Часть 2. Основы стохастического анализа : учебник для академического бакалавриата / В. М. Круглов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 280 с. — (Авторский учебник). — ISBN 978-5-534-02086-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/434664>

дополнительная:

1. Семушин И. В. Стохастические модели и оценки : лаборат. практикум по курсу "Теория оптимального управления" / И. В. Семушин, Ю. В. Цыганова. - Ульяновск : УлГТУ, 2001. - Режим доступа: http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/990/4_Semushin_smo.pdf
2. Кожевникова, И. А. Стохастическое моделирование процессов : учебное пособие для вузов / И. А. Кожевникова, И. Г. Журбенко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 148 с. — (Авторский учебник). — ISBN 978-5-534-09989-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/439020>
3. Соколов С.В., Методы идентификации нечетких и стохастических систем / С.В. Соколов, С.М. Ковалев, П.А. Кучеренко, Ю.А. Смирнов - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2017. - 572 с. - ISBN 978-5-9221-1768-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922117685.html>
4. Соколов С.В., Методы идентификации нечетких и стохастических систем / С.В. Соколов, С.М. Ковалев, П.А. Кучеренко, Ю.А. Смирнов - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2017. - 572 с. - ISBN 978-5-9221-1768-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922117685.html>
5. Семушин, Иннокентий Васильевич. Стохастические модели, оценки и управление : раздел: Детерминистские модели динамических систем: метод. пособие / Семушин Иннокентий Васильевич, Ю. В. Цыганова ; УлГУ. - Ульяновск : УлГУ, 2007.

учебно-методическая:

1. Семушин И. В. Методические рекомендации для семинарских (практических) занятий, лабораторного практикума и самостоятельной работы по дисциплинам «Численные методы», «Методы вычислений» и «Вычислительная математика» для студентов направлений 09.03.03 «Прикладная информатика», 02.03.03 - «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем» / И. В. Семушин, Ю. В. Цыганова; УлГУ, ФМИиАТ. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Загл. с экрана; Неопубликован-

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

ный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 2,09 МБ). - Текст : электронный.
<http://lib.ulsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/9072>

Согласовано:

Гл. биб-ро ИБ ЧаГУ Полина Югу
 Должность сотрудника научной библиотеки ФИО подпись дата

Для образовательного процесса по данной дисциплине необходим стационарный класс ПК с установленным следующим программным обеспечением:

- операционная среда ОС Windows/ ALT Linux;
- системы программирования на языках C/C++ (Code::Blocks).
- система программирования Scilab.

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. IPRbooks : электронно-библиотечная система : сайт / группа компаний Ай Пи Ар Медиа. - Саратов, [2021]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. ЮРАЙТ : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2021]. - URL: <https://www.biblio-online.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. Консультант студента : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2021]. – URL: http://www.studentlibrary.ru/catalogue/switch_kit/x2019-128.html. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург, [2021]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2021]. - URL: <http://znanium.com>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.6. Clinical Collection : коллекция для медицинских университетов, клиник, медицинских библиотек // EBSCOhost : [портал]. – URL: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/search/advanced?vid=1&sid=e3ddfb99-a1a7-46dd-a6eb-2185f3e0876a%40sessionmgr4008>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2021].

3. Базы данных периодических изданий:

3.1. База данных периодических изданий : электронные журналы / ООО ИВИС. - Москва, [2021]. – URL: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

3.2. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО Научная Электронная Библиотека. – Москва, [2021]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.3. «Grebennikon» : электронная библиотека / ИД Гребенников. – Москва, [2021]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.


4. Национальная электронная библиотека : электронная библиотека : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры РФ ; РГБ. – Москва, [2021]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

5. SMART Imagebase // EBSCOhost : [портал]. – URL: <https://ebsco.smartimagebase.com/?TOKEN=EBSCO-1a2ff8c55aa76d8229047223a7d6dc9c&custid=s6895741>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Изображение : электронные.

6. Федеральные информационно-образовательные порталы:

6.1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://window.edu.ru/>. – Текст : электронный.

6.2. Российское образование : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

7. Образовательные ресурсы УлГУ:

7.1. Электронная библиотека УлГУ : модуль АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

7.2. Образовательный портал УлГУ. – URL: <http://edu.ulsu.ru>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

Согласовано:

зам. нач. УИТИ Кисочкина *В. В. В.*

 Должность сотрудника УИТИ ФИО подпись дата

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, для проведения лабораторных работ, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для представления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе.

Аудитория для проведения лабораторных занятий: помещение укомплектовано ученической доской и комплектом мебели. Компьютеры, Wi-Fi с доступом к сети «Интернет», ЭИОС, ЭБС. Проектор, экран. 432017, Ульяновская область, г. Ульяновск, ул. Набережная реки Свияги, д. 106 (1,3 корпус).

Технические средства обучения: компьютеры с программным обеспечением:

- операционная среда ОС Windows/Linux;
- системы программирования на языках Си/C++ (Code::Blocks).
- система программирования Scilab.

13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ


В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

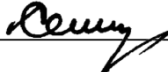
– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Разработчик  профессор Семущин И.В.
ФИО