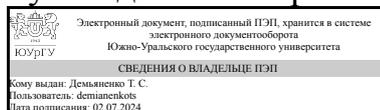


УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



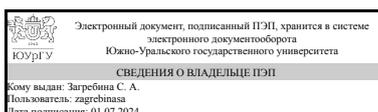
Т. С. Демьяненко

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.22 Разностные численные методы
для направления 01.03.04 Прикладная математика
уровень Бакалавриат
форма обучения очная
кафедра-разработчик Математическое и компьютерное моделирование

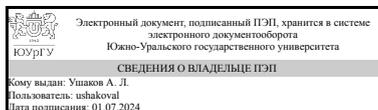
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 11

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ.-мат.н., проф.



С. А. Загребина

Разработчик программы,
д.физ.-мат.н., доц., доцент



А. Л. Ушаков

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является изучение вопросов построения, исследования и применения численных методов решения различных математических задач. Задачами освоения дисциплины является изучение: теоретических основ численных методов; численных алгоритмов решения математических задач; общих принципов построения и анализа численных алгоритмов; проблем, связанных с выбором численного метода - множественность методов решения задач, критерии обоснования выбора и экономичности численных алгоритмов; возможностей практического применения методов для получения численного результата за конечное время с приемлемой точностью; получение необходимых навыков для решения следующих профессиональных задач: сбор и обработка статистических материалов, необходимых для расчетов и конкретных практических выводов; математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований.

Краткое содержание дисциплины

Интерполяция и аппроксимация. Численное дифференцирование. Численное интегрирование. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Численные методы решения некоторых уравнений в частных производных

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-2 Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надежность и качество функционирования систем	Знает: основные математические методы и модели численных методов для решения исследовательских и проектных задач Умеет: применять математические методы и модели численных методов для решения исследовательских и проектных задач Имеет практический опыт: использования математических методов и моделей численных методов для решения исследовательских и проектных задач

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.21 Вычислительная математика, Учебная практика (ознакомительная) (3 семестр), Учебная практика (проектно-технологическая) (4 семестр)	1.О.25 Теория оптимизации, 1.О.23 Математические и компьютерные методы прогнозирования, 1.О.26 Теория оптимального управления в социально-экономических системах

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.О.21 Вычислительная математика	<p>Знает: основные методы вычислительной математики Умеет: выбирать, дорабатывать и применять методы вычислительной математики для решения исследовательских и проектных задач Имеет практический опыт: реализации методов вычислительной математики для решения исследовательских и проектных задач</p>
Учебная практика (ознакомительная) (3 семестр)	<p>Знает: инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, способы построения отношения с окружающими людьми, с коллегами Умеет: применять математические методы при решении исследовательских и проектных задач, формулировать цели личностного и профессионального развития и определять условия их достижения, работать в команде, выстраивать взаимоотношения отношения с окружающими людьми, применять и обосновывать выбранные аналитические методы при решении задач практической деятельности Имеет практический опыт: использования математических методов при решении исследовательских и проектных задач, планирования самостоятельной работы и собственной деятельности, участия в командной работе, распределения ролей в условиях командного взаимодействия, использования аналитических методов при решении задач практической деятельности</p>
Учебная практика (проектно-технологическая) (4 семестр)	<p>Знает: инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач Умеет: формулировать цели личностного и профессионального развития и определять условия их достижения, применять математические методы при решении исследовательских и проектных задач, работать в команде, выстраивать взаимоотношения отношения с окружающими людьми, применять и обосновывать выбранные аналитические методы при решении задач практической деятельности Имеет практический опыт: планирования самостоятельной работы и собственной деятельности, использования математических методов при решении исследовательских и проектных задач, участия в командной работе, распределения ролей в условиях командного взаимодействия, использования аналитических методов при решении задач практической деятельности</p>

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 74,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0	
Лабораторные работы (ЛР)	32	32	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	69,5	69,5	
Оформление отчета по лабораторным работам	27,5	27,5	
Работа с лекционным материалом	15	15	
Подготовка к экзамену	27	27	
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Интерполирование функций	16	8	0	8
2	Численное дифференцирование и интегрирование	16	8	0	8
3	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	16	8	0	8
4	Численное решение уравнений в частных производных	16	8	0	8

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1-2	1	Интерполирование функций: линейная интерполяция, интерполяционные многочлены Ньютона и Лагранжа	4
3-4	1	Интерполяция сплайнами	4
5-6	2	Численное дифференцирование (производные первого и второго порядков, частные производные).	4
7-8	2	Численное интегрирование (формулы прямоугольников, трапеции, Симпсона)	4
9-10	3	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Численные методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений.	4
11-12	3	Краевая задача для обыкновенных дифференциальных уравнений.	4

13-14	4	Численное решение уравнений в частных производных: уравнение колебаний струны (явная и неявная схема).	4
15-16	4	Численное решение уравнений в частных производных: уравнение теплопроводности	4

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1-2	1	Интерполирование функций. В соответствии с индивидуальными данными для задания выполнить расчеты в Excel. В Excel построить графики в одной системе координат.	4
3-4	1	Интерполирование функций. В соответствии с индивидуальными данными для задания выполнить расчеты в Matlab, сравнить результаты с Excel. Оформить отчет по лабораторной работе № 1.	4
5-6	2	Численное дифференцирование. В соответствии с индивидуальными данными для задания выполнить расчеты в Excel и Matlab. Сравнить полученные результаты. Результаты занести в отчет по лабораторной работе № 2.	4
7-8	2	Численное интегрирование. В соответствии с индивидуальными данными для задания выполнить расчеты в Excel и Matlab. Сравнить полученные результаты. Оформить отчет по лабораторной работе № 2.	4
9-10	3	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. В соответствии с индивидуальными данными для задания выполнить расчеты в Excel и Matlab. Сравнить полученные результаты. Результаты занести в отчет по лабораторной работе № 3.	4
11-12	3	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений высшего порядка. В соответствии с индивидуальными данными для задания выполнить расчеты в Excel и Matlab. Сравнить полученные результаты. Оформить отчет по лабораторной работе № 3.	4
13-14	4	Уравнение колебания струны. Выполнить расчеты в Excel и Matlab. Сравнить полученные результаты. Результаты занести в отчет по лабораторной работе № 4.	4
15-16	4	Уравнение теплопроводности. Выполнить расчеты в Matlab. Оформить отчет по лабораторной работе № 4.	4

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Оформление отчета по лабораторным работам	ДПЛ: [1] параграф 5-7, 23-28; Электр. ОЛ: [2] глава 4-7, 8 Электр. ДЛ: [1] глава 1. 2, 5, 6, параграф 22; [3] стр. 18-26, 64-90	5	27,5
Работа с лекционным материалом	ОПЛ: [1] глава 2, 3, 4, 8, 9; [2] раздел 2, 3, 8-10	5	15
Подготовка к экзамену	ОПЛ: [1] глава 2, 3, 4, 8, 9; [2] раздел 2, 3,	5	27

8-10; Электр. ОЛ: [2] глава 4-7, 8 Электр. ДЛ: [1] глава 1. 2, 5, 6, параграф 22; [3] стр. 18-26, 64-90

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	5	Текущий контроль	П1	0,05	5	Эффективность работы студента на занятиях с 1ой по 8ю недели семестра. Оценивается преподавателем в течение указанного времени. 5 баллов - студент посещает занятия и результативно выполняет текущие задания, 4 балла - студент посещает занятия и выполняет 80% текущих заданий, 3 балла - студент посещает занятия и выполняет 60% текущих заданий, 2 балла - студент посещает занятия и выполняет 40% текущих заданий, 1 балл - студент посещает занятия и выполняет 20% текущих заданий.	экзамен
2	5	Текущий контроль	П2	0,05	5	Эффективность работы студента на занятиях с 9ой по 16ю недели семестра. Оценивается преподавателем в течение указанного времени. 5 баллов - студент посещает занятия и результативно выполняет текущие задания, 4 балла - студент посещает занятия и выполняет 80% текущих заданий, 3 балла - студент посещает занятия и выполняет 60% текущих заданий, 2 балла - студент посещает занятия и выполняет 40% текущих заданий, 1 балл - студент посещает занятия и выполняет 20% текущих заданий.	экзамен
3	5	Текущий контроль	Т1	0,08	8	Тест по теории. Темы: Интерполирование функций. Численное дифференцирование и интегрирование. Продолжительность - 10 мин. Попыток:2. Итоговый балл - балл за последнюю попытку. Вопросов: 6. Вопросы, в которых требуется показать умение применять формулы на конкретных данных оцениваются в 2 балла. знание основных определений, понятий, формул -	экзамен

						1 балл.	
4	5	Текущий контроль	T2	0,08	8	Тест по теории. Темы: Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Уравнения в частных производных Продолжительность - 10 мин. Попыток:2. Итоговый балл - балл за последнюю попытку. Вопросов: 6. Вопросы, в которых требуется показать умение применять формулы на конкретных данных оцениваются в 2 балла. знание основных определений, понятий, формул - 1 балл.	экзамен
5	5	Текущий контроль	T3	0,08	8	Контрольная точка T3 служит для учета посещаемости студентами лекций и практических занятий по дисциплине, а также для оценки правильности оформления студентами конспекта лекций. Для этого преподаватель проверяет полноту конспекта лекций и при наличии полного конспекта выставляет баллы за контрольную точку, используя шкалу соответствия баллов процентам посещаемости: 8 баллов за 90–100% посещенных аудиторных занятий по дисциплине, 7 за 80–89%, 6 за 70–79%, 5 за 60–69%, 4 за 50–59%, 3 за 40–49%, 2 за 30–39%, 1 за 20–29%, 0 за 0–19%. Если конспект неполный, то балл за контрольную точку T3 равен 0.	экзамен
6	5	Текущий контроль	ЛР1	0,15	15	При условии сдачи отчета по работе в установленный преподавателем срок: за каждое (из трех) верно выполненное и оформленное задание выставляется 5 баллов; 4 балла - при наличии в задании несущественных недостатков, не влияющих на результаты; 3 балла - при наличии в ходе решения задания ошибки, повлекшей небольшие расхождения в ответе; 2 балла - при решении половины задания (Excel или Matlab); 1 балл - при наличии в ходе решения более одной ошибки, повлекших существенное расхождение результатов. При условии сдачи отчета позже установленного преподавателем срока, проводится собеседование по ходу решения задач, при этом, если в отчете нет недостатков, но студент с ошибками отвечает на вопросы по содержанию/ходу решения задач, максимальный балл за задачу выставляется не более трех.	экзамен
7	5	Текущий контроль	ЛР2	0,15	15	При условии сдачи отчета по работе в установленный преподавателем срок: за каждое (из трех) верно выполненное и оформленное задание выставляется 5 баллов; 4 балла - при наличии в задании	экзамен

						<p>несущественных недостатков, не влияющих на результаты; 3 балла - при наличии в ходе решения задания ошибки, повлекшей небольшие расхождения в ответе; 2 балла - при решении половины задания (Excel или Matlab); 1 балл - при наличии в ходе решения более одной ошибки, повлекших существенное расхождение результатов. При условии сдачи отчета позже установленного преподавателем срока, проводится собеседование по ходу решения задач, при этом, если в отчете нет недостатков, но студент с ошибками отвечает на вопросы по содержанию/ходу решения задач, максимальный бал за задачу выставляется не более трех.</p>	
8	5	Текущий контроль	ЛР3	0,18	18	<p>При условии сдачи отчета по работе в установленный преподавателем срок: за каждое (из трех) верно выполненное и оформленное задание выставляется 6 баллов; 5 баллов - при наличии в задании несущественных недостатков, не влияющих на результаты; 4 балла - при наличии в ходе решения задания ошибки, повлекшей небольшие расхождения в ответе; 3 балла - при решении половины задания (Excel или Matlab); 2 балла - при наличии в ходе решения более одной ошибки, повлекших существенное расхождение результатов только в Excel или Matlab; 1 балл - при наличии в ходе решения более одной ошибки, повлекших существенное расхождение результатов и в Excel и в Matlab. При условии сдачи отчета позже установленного преподавателем срока, проводится собеседование по ходу решения задач, при этом, если в отчете нет недостатков, но студент с ошибками отвечает на вопросы по содержанию/ходу решения задач, максимальный бал за задачу выставляется не более 3,6.</p>	экзамен
9	5	Текущий контроль	ЛР4	0,18	18	<p>При условии сдачи отчета по работе в установленный преподавателем срок: за каждое (из трех) верно выполненное и оформленное задание выставляется 6 баллов; 5 баллов - при наличии в задании несущественных недостатков, не влияющих на результаты; 4 балла - при наличии в ходе решения задания ошибки, повлекшей небольшие расхождения в ответе; 3 балла - при решении половины задания (Excel или Matlab); 2 балла - при наличии в ходе решения более одной ошибки, повлекших существенное расхождение результатов только в Excel</p>	экзамен

						или Matlab; 1 балл - при наличии в ходе решения более одной ошибки, повлекших существенное расхождение результатов и в Excel и в Matlab. При условии сдачи отчета позже установленного преподавателем срока, проводится собеседование по ходу решения задач, при этом, если в отчете нет недостатков, но студент с ошибками отвечает на вопросы по содержанию/ходу решения задач, максимальный балл за задачу выставляется не более 3,6.	
10	5	Промежуточная аттестация	Экз	-	40	За каждое задание максимальный балл - 8: 1 балл - записана основная формула/правило/теорема для решения задачи; 2 балла - допущена ошибка при подстановке данных в формулу; 3 балла - решение задачи начато, но не доведено до ответа; 4 балла - в решении присутствуют арифметические ошибки, повлиявшие на результат решения; 5 баллов - в решении присутствует арифметическая ошибка, повлиявшая на результат; 6 баллов - в решении присутствует более 1 несущественной ошибки, не повлиявших на ответ; 7 баллов - в решении присутствует 1 несущественная ошибка, не повлиявшая на ответ; 8 баллов - верно решено задание.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Если в течение семестра все работы были сданы в установленные преподавателем сроки и набран балл за все контрольные мероприятия, устраивающий студента, то выставляется соответствующая оценка без процедуры написания экзаменационной работы. Иначе студент пишет во время экзамена экзаменационную работу, тогда оценка выставляется по результатам работы в течение семестра с учетом экзаменационной работы в соответствии с положением о БРС.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОПК-2	Знает: основные математические методы и модели численных методов для решения исследовательских и проектных задач	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-2	Умеет: применять математические методы и модели численных методов для решения исследовательских и проектных задач	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-2	Имеет практический опыт: использования математических методов и моделей численных методов для решения исследовательских и проектных задач	+	+				+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Калиткин, Н. Н. Численные методы Учеб. пособие для вузов Под ред. А. А. Самарского. - М.: Наука, 1978. - 512 с. ил.
2. Бахвалов, Н. С. Численные методы [Текст] учеб. пособие для физ.-мат. специальностей вузов Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 6-е изд. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2008. - 636 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Бахвалов, Н. С. Численные методы в задачах и упражнениях Учеб. пособие Н. С. Бахвалов, А. В. Лапин, Е. В. Чижонков; Под. ред. В. А. Садовниченко. - М.: Высшая школа, 2000. - 189,[1] с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке: Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Форма отчета по лабораторным работам

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Форма отчета по лабораторным работам

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Волков, Е. А. Численные методы : учебное пособие для вузов / Е. А. Волков. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 252 с. — ISBN 978-5-8114-7899-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/167179
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Киреев, В. И. Численные методы в примерах и задачах : учебное пособие / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев. — 4-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1888-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/168828
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Чернущь, П. П. Численные методы и их применение в Matlab : учебное пособие / П. П. Чернущь, П. П. Чернущь. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2018. — 90 с. — ISBN 978-5-907054-01-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/122101

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	405 (1)	ПК, проектор