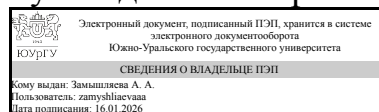


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



А. А. Замышляева

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.20 Численные методы
для направления 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

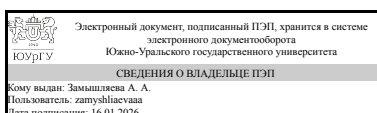
уровень Бакалавриат

форма обучения очная

кафедра-разработчик Центр ОП топ-уровня в сфере ИИ "ВиртУм"

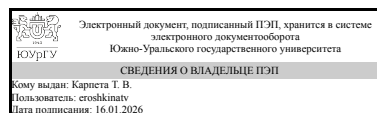
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, утверждённым приказом Минобрнауки от 23.08.2017 № 808

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



А. А. Замышляева

Разработчик программы,
к.физ.-мат.н., доцент



Т. В. Карпета

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков применения численных методов для решения математических задач, возникающих в области искусственного интеллекта, машинного обучения и анализа данных. Задачи курса: изучить основные классы численных методов и понять границы их применимости; сформировать умение выбирать адекватный численный метод для решения конкретной прикладной задачи в сфере ИИ; развить навыки программной реализации численных алгоритмов; приобретение студентом навыков исследования и разработки математических моделей, алгоритмов, методов и вычислительных программных модулей и инструментальных средств численного эксперимента в рамках предметной области; приобретение базовых навыков подготовки научных и научно-технических работ, включающих теоретическое обоснование, документирование реализации и анализ результатов численного исследования предлагаемой задачи.

Краткое содержание дисциплины

Элементы теории погрешностей. Решение скалярных уравнений. Численные методы линейной алгебры. Интерполяция и приближение функций одного переменного. Метод наименьших квадратов. Численное интегрирование и дифференцирование. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Численные методы решения уравнений в частных производных. Методы оптимизации. Численные методы для задач ИИ.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-7 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	Умеет: выбирать и применять численные методы, реализовывать численные алгоритмы решения прикладных задач, оценивать качество приближённого решения, сравнивать эффективность различных численных алгоритмов
ОПК-8 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	Знает: классические численные методы решения задач вычислительной математики Умеет: оценивать сложность и эффективность численных методов, применяемых в решении профессиональных задач Имеет практический опыт: разработки и анализа математических моделей и алгоритмов решения задач вычислительной математики
ОПК-10 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Знает: классические методы численного решения систем линейных алгебраических уравнений, основные способы интерполирования функций, основные формулы приближенного вычисления интегралов, основные формулы численного дифференцирования, классические методы решения нелинейных уравнений и систем, основные методы решения задачи Коши для

	<p>обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка в различных пространствах</p> <p>Умеет: находить число итераций, необходимое для достижения заданной точности, давать оценку погрешности приближенных формул, строить формулы численного дифференцирования и интегрирования исходя из соображений точности, писать компьютерные программы, реализующие основные алгоритмы численных методов</p> <p>Имеет практический опыт: применения основных методов численного анализа; владения навыками использования методов численного моделирования при решении прикладных задач, их реализации с помощью информационных технологий</p>
<p>ПК-12 [MF-3] Способен применять современные методы оптимизации для обучения моделей машинного обучения, настройки гиперпараметров и решения задач искусственного интеллекта</p>	<p>Знает: - [И-1, БУ] основные теоретические аспекты градиентных алгоритмов, их классификацию и области применения</p> <p>Умеет: - [И-1, БУ] использовать градиентные алгоритмы для нахождения численных решений прикладных задач</p>

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
<p>1.О.14 Теория вероятностей, ФД.03 Основы разработки и анализа алгоритмов, 1.О.07 Математическая логика, 1.О.06 Дискретная математика, 1.О.05 Линейная алгебра и аналитическая геометрия, 1.О.04 Математический анализ, 1.О.13 Специальные главы математики</p>	<p>1.О.29 Методы оптимизации, ФД.04 Функциональное и логическое программирование, 1.О.28 Дискретная оптимизация, Производственная практика (научно-исследовательская работа) (5 семестр)</p>

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

Дисциплина	Требования
<p>1.О.05 Линейная алгебра и аналитическая геометрия</p>	<p>Знает: теоретические и практические основы линейной алгебры и аналитической геометрии, теоретические основы линейной и векторной алгебры и аналитической геометрии; геометрический и физический смысл основных понятий алгебры и геометрии; простейшие приложения алгебры и геометрии в профессиональных дисциплинах</p> <p>Умеет: использовать различные матрично-векторных операции в решении прикладных задач, использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания линейной алгебры и аналитической геометрии</p>

	<p>применять на практике знание дисциплины и проявлять высокую степень понимания; переводить на математический язык простейшие проблемы, поставленные в терминах других предметных областей; приобретать новые математические знания, используя образовательные информационные технологии</p> <p>Имеет практический опыт: использования основных методов линейной алгебры и аналитической геометрии для решения задач, связанных с профессиональной деятельностью; навыками анализа учебной и научной математической литературы</p>
1.О.14 Теория вероятностей	<p>Знает: фундаментальные понятия и законы теории вероятностей, аналитические и численные подходы и методы для решения прикладных задач теории вероятностей, основные математические положения, законы, основные формулы и методы решения задач теории вероятностей</p> <p>Умеет: применять вероятностный подход при проектировании алгоритмических решений прикладных задач, решать классические задачи теории вероятностей, применять математические методы для решения профессиональных задач, ориентироваться в справочной литературе</p> <p>Имеет практический опыт: использования основных методов теории вероятностей для решения задач, связанных с профессиональной деятельностью</p>
1.О.07 Математическая логика	<p>Знает: семантику и синтаксис логики предикатов, правила вывода, логические исчисления и алгебру высказываний</p> <p>Умеет: использовать формальные и неформальные методы доказательства, строить математические модели простых логических утверждений</p> <p>Имеет практический опыт: решения задач с использованием логических операторов и методов, решения задач на проверку равносильности и эквивалентности формул</p>
ФД.03 Основы разработки и анализа алгоритмов	<p>Знает: основные методы анализа эффективности алгоритмов</p> <p>Умеет: создавать алгоритмы для практических задач и проверять их правильность и оптимальность</p> <p>Имеет практический опыт: решения типовых задач анализа алгоритмов и их реализации на практике, разработки, анализа и реализации алгоритмов решения прикладных задач</p>
1.О.06 Дискретная математика	<p>Знает: логику высказываний и предикатов; основные понятия теории алгоритмов, фундаментальные основы математической логики, основные понятия дискретной математики и теории графов, основные понятия и алгоритмы теории чисел, комбинаторики и теории графов</p> <p>Умеет: проводить оценку сложности алгоритмов, использовать при решении различных задач стандартные методы</p>

	<p>математической логики и дискретной математики, решать типовые задачи теории чисел, комбинаторики и теории графов, проводить доказательства фактов из указанных областей Имеет практический опыт: программирования основных алгоритмов теории графов для решения задач большой размерности, применения комбинаторных алгоритмов, а также алгоритмов на графах для решения практических задач</p>
1.О.13 Специальные главы математики	<p>Знает: основы теории обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, основы комплексного анализа, основные положения теории рядов и методы её применения к решению прикладных задач; различные типы дифференциальных уравнений и способы их решения Умеет: применять методы теории дифференциальных уравнений и комплексный анализ при проведении исследований в области предметно-практической деятельности Имеет практический опыт: решения дифференциальных уравнений в математических моделях различных прикладных задач</p>
1.О.04 Математический анализ	<p>Знает: базовые понятия математического анализа, применяемые в математических науках, прикладной математике и информатике, основные правила планирования времени при самоорганизации внеаудиторной самостоятельной работы, предусмотренной рабочей программой учебной дисциплины, основные понятия и методы дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных; основные методы решения стандартных задач, использующих аппарат математического анализа Умеет: применять классические методы математического анализа в решении задач прикладной математики и информатики, использовать методы математического анализа для решения стандартных профессиональных задач; применять математический аппарат для аналитического описания процессов и явлений в профессиональных дисциплинах Имеет практический опыт: решения прикладных задач с использованием методов математического анализа; применения дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных в дисциплинах естественнонаучного содержания</p>

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 70,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<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>	37,5	37,5	
подготовка к лабораторным работам №1-№14	10	10	
Подготовка к дифференцированному зачету	6,5	6.5	
проработка лекций, изучение пособий	15	15	
оформление отчетов к лабораторным работам №1-№14	6	6	
Консультации и промежуточная аттестация	6,5	6,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение и основы численных методов	4	2	0	2
2	Численные методы линейной алгебры	20	10	0	10
3	Аппроксимация и интерполяция данных	8	4	0	4
4	Численное интегрирование и дифференцирование	8	4	0	4
5	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных	12	6	0	6
6	Градиентные методы их применение для обучения моделей ИИ.	12	6	0	6

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Предмет численных методов. Задачи ИИ, требующие численного решения (обучение моделей, обработка данных, компьютерное зрение). Погрешности: вычислительная, методическая, неустранимая. Обусловленность задач и устойчивость алгоритмов.	2
2-3	2	Решение скалярных уравнений. Метод дихотомии. Метод Ньютона. Метод хорд. Метод подвижных хорд. Комбинированный метод хорд и касательных. Метод простой итерации.	4
4	2	Методы решения СЛАУ. LU-разложение. Метод Гаусса. Метод квадратных корней. Метод прогонки. Обусловленность матриц. Число обусловленности.	2
5	2	Итерационные методы: Якоби, Гаусса-Зейделя. Скорость сходимости. Задача	2

		на собственные значения. Степенной метод и его применение в анализе главных компонент (PCA).	
6	2	Сингулярное разложение (SVD) и его приложения в машинном обучении (сжатие данных, рекомендательные системы, методы понижения размерности).	2
7	3	Метод наименьших квадратов (МНК) для линейной и нелинейной регрессии.	2
8	3	Интерполяция: полиномы Лагранжа и Ньютона. Проблема Рунге. Сплайн-интерполяция.	2
9	4	Формулы численного интегрирования (Ньютона-Котеса): метод прямоугольников, трапеций, Симпсона. Использование сплайнов и других интерполяционных формул. Погрешность квадратурных формул. Метод Рунге.	2
10	4	Численное дифференцирование. Понятие автоматического дифференцирования (Autograd) и его роль в глубоком обучении (на примере PyTorch/TensorFlow).	2
11	5	Задача Коши для ДУ первого порядка и ДУ m -порядка. Явные методы: Эйлера, Рунге-Кутты 2-го и 4-го порядков. Понятие о жёстких системах. Задача Коши для систем ДУ I-порядка. Сведение задачи Коши для уравнения m -ого порядка к задаче Коши для системы уравнений I-ого порядка.	2
12	5	Численные методы решения краевых задач. Постановка задачи. Сведение линейной двухточечной краевой задачи к задаче Коши. Метод конечных разностей. Метод прогонки. Метод стрельбы.	2
13	5	Краевая задача для уравнений в частных производных. Метод прогонки. Решение смешанной краевой задачи для уравнения теплопроводности. Постановка задачи. Вывод и алгоритм для явной схемы. Вывод и алгоритм для неявной схемы.	2
14	6	Градиентные методы первого порядка: градиентный спуск, стохастический градиентный спуск (SGD), Mini-batch SGD. Применение для обучения нейронных сетей. Методы второго порядка: метод Ньютона.	2
15	6	Методы условной оптимизации: метод проекции градиента, метод множителей Лагранжа. Применение в SVM.	2
16	6	Метод главных компонент (PCA) с помощью SVD. Решение задачи классификации с помощью логистической регрессии и градиентного спуска.	2

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Погрешности приближённых чисел. Исследование влияния различных типов ошибок на вычисления. Простейшие примеры численных расчетов.	2
2	2	Решение скалярных уравнений методами дихотомии и Ньютона. Решение скалярных уравнений методом простой итерации. Применение к простой задаче из AI.	2
3	2	Решение уравнения комбинированным методом хорд и касательных. Решение уравнения методом подвижных хорд.	2
4	2	Решение СЛАУ методом прогонки. Решение СЛАУ методом квадратных корней. Методы Якоби и Зейделя для решения СЛАУ.	2
5	2	Методы Якоби и Зейделя для решения СЛАУ. Решение системы из задачи	2

		обработки данных.	
6	2	Решение системы нелинейных уравнений методом простой итерации. Решение системы нелинейных уравнений методом Ньютона.	2
7	3	Интерполирование. Многочлен Лагранжа. Интерполирование многочленом по равномерной сетке. Аппроксимация данных сплайнами. Сравнение результатов.	2
8	3	Метод наименьших квадратов для приближения функций.	2
9	4	Численные решения интегралов. Методы прямоугольников и трапеций. Метод Симпсона. Подсчет погрешности методом Рунге.	2
10	4	Вычисление интеграла по формуле Гаусса . Вычисление несобственных интегралов.	2
11	5	Приближённое решение ОДУ первого порядка методом Эйлера. Метод Рунге-Кутты 4-го порядка	2
12	5	Метод прогонки для решения краевой задачи. Метод пристрелки для решения первой краевой задачи.	2
13	5	Решение смешанной краевой задачи для уравнения теплопроводности. Постановка задачи. Явная схема. Неявная схема.	2
14	6	Оптимизация функций потерь с помощью численных методов (пример с градиентным спуском).	2
15-16	6	Работа с маленьким набором данных, реализация численных алгоритмов настройки параметров.	4

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
подготовка к лабораторным работам №1-№14	"ПУМД, доп. лит., 2, гл. 3, 6-8, 11, 12"; "ЭУМД, 2, гл. 6, 8, 9, 11"; "ЭУМД, 5, гл. 2-8";	4	10
Подготовка к дифференцированному зачету	"ПУМД, осн. лит., 2, гл. 1-3, 5"; "ПУМД, метод. указ., 1, гл. 1-3, 5, 6"; "ПУМД, доп. лит., 1, гл. 1, 5"; "ПУМД, доп. лит., 2, гл. 3"; "ПУМД, осн. лит., 1, гл. 2-4, 7-10"; "ЭУМД, 5, гл. 2-8"; "ЭУМД, 3, гл. 1, 3-5, 7-14"; "ЭУМД, 1, гл. 3, 4"; "ЭУМД, 7, 1, гл. 1-3, 5, 6"; "ЭУМД, 4, гл. 1, 2, 4, 5"; "ЭУМД, 6, гл. 1, 2, 3, 5"	4	6,5
проработка лекций, изучение пособий	"ПУМД, осн. лит., 2, гл. 1-3, 5"; "ЭУМД, 7, 1, гл. 1-3, 5, 6"; "ПУМД, доп. лит., 1, гл. 1, 5"; "ПУМД, доп. лит., 2, гл. 3"; "ПУМД, осн. лит., 1, гл. 2-4, 7-10"; "ЭУМД, 5, гл. 2-8"; "ЭУМД, 3, гл. 1, 3-5, 7-14"; "ЭУМД, 1, гл. 3, 4"; "ЭУМД, 4, гл. 1, 2, 4, 5"; "ЭУМД, 6, гл. 1, 2, 3, 5"	4	15
оформление отчетов к лабораторным работам №1-№14	"ПУМД, доп. лит., 2, гл. 3, 6-8, 11, 12"; "ЭУМД, 2, гл. 6, 8, 9, 11"; "ЭУМД, 5, гл. 2-8";	4	6

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	Учи-тыва-ется в ПА
1	4	Текущий контроль	Лабораторная работа №1	1	3	3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	дифференцированный зачет
2	4	Текущий контроль	Лабораторная работа №2	1	3	3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	дифференцированный зачет
3	4	Текущий контроль	Лабораторная работа № 3	1	3	3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен	дифференцированный зачет

						верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	
4	4	Текущий контроль	Лабораторная работа №4	1	3	3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	дифференцированный зачет
5	4	Текущий контроль	Лабораторная работа №5	1	3	3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	дифференцированный зачет
6	4	Текущий контроль	Лабораторная работа №6	1	3	3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	дифференцированный зачет

7	4	Текущий контроль	Лабораторная работа №7	1	3	3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	дифференцированный зачет
8	4	Текущий контроль	Лабораторная работа №8	1	3	3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	дифференцированный зачет
9	4	Текущий контроль	Лабораторная работа №9	1	3	3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	дифференцированный зачет
10	4	Текущий контроль	Лабораторная работа №10	1	3	3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно.	дифференцированный зачет

						2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	
11	4	Текущий контроль	Лабораторная работа № 11	1	3	3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	дифференцированный зачет
12	4	Текущий контроль	Лабораторная работа №12	1	3	3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	дифференцированный зачет
13	4	Текущий контроль	Лабораторная работа №13	1	3	3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы.	дифференцированный зачет

						<p>Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.</p>	
14	4	Текущий контроль	Лабораторная работа №14	1	3	<p>3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.</p>	дифференцированный зачет
15	4	Промежуточная аттестация	Зачет	-	4	<p>15 4 Промежуточная аттестация Зачет - 4 4 балла получает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные билетом для зачета и свободно отвечающий на дополнительные вопросы 3 балла заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в билете для зачета задания, но отвечающий на дополнительные вопросы с затруднениями 2 балла получает студент, допустивший погрешности в ответе на зачете и при выполнении заданий билета, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя; 1 балл ставится студенту,</p>	дифференцированный зачет

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Волков, Е.А. Численные методы. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2008. — 256 с. http://e.lanbook.com/book/54
2	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Демидович, Б.П. Основы вычислительной математики. [Электронный ресурс] / Б.П. Демидович, И.А. Марон. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 672 с http://e.lanbook.com/book/2025
3	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Амосов, А.А. Вычислительные методы. [Электронный ресурс] / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 672 с. http://e.lanbook.com/book/42190

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)
2. Python Software Foundation-Python (бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	336 (3б)	ПК, проектор
Лабораторные занятия	340 (3б)	ПК, проектор