

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт прикладной математики и компьютерных наук
Кафедра «Прикладная математика и информатика»

Утверждено на заседании кафедры
«Прикладная математика и информатика»
24 января 2022 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой

 М.В. Грязев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Численные методы»

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки
01.03.02 Прикладная математика и информатика

с направленностью (профилем)
Прикладная математика и информатика

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 010302-01-22


Тула 2022 год

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
рабочей программы дисциплины (модуля)

Разработчик:

Толоконников Л.А., профессор каф. ПМиИ, д.ф.-м.н., профессор

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины (модуля) является формирование фундаментальных знаний в области вычислительной математики, выработка умения численно решать научные и прикладные задачи, сформулированные математически, разрабатывать алгоритмы численных методов.

Задачами освоения дисциплины (модуля) являются:

- изучение основных принципов построения и исследования численных методов;
- изучение современных численных методов для решения математических задач различных классов;
- приобретение навыков построения алгоритмов для реализации численных методов на ЭВМ.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина (модуль) относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина (модуль) изучается в пятом и шестом семестрах.

3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями) и индикаторами их достижения, установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

- 1) существующие математические методы и системы программирования для решения прикладных задач (код компетенции – ОПК-2, код индикатора – ОПК-2.1);
- 2) математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности (код компетенции – ОПК-3, код индикатора – ОПК-3.1).

Уметь:

- 1) использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов (код компетенции – ОПК-2, код индикатора – ОПК-2.2);
- 2) применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности (код компетенции – ОПК-3, код индикатора – ОПК-3.2).

Владеть:

- 1) методами и современными системами программирования для разработки и реализации алгоритмов (код компетенции – ОПК-2, код индикатора – ОПК-2.3);
- 2) методиками выбора и использования математических моделей для решения задач профессиональной деятельности (код компетенции – ОПК-3, код индикатора – ОПК-3.3).

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

4 Объем и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
5	ДЗ, КП	4	144	32	–	16	–	2,5	0,5	93
6	Э	4	144	32	–	32	–	2	0,25	77,75
Итого		8	288	64	–	48	–	4,5	0,75	170,75

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

4.2 Содержание лекционных занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
5 семестр	
1	Математические модели и численные методы. Структура погрешности при численном решении задач. Корректность постановки задач.
2	Решение систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса с выбором главного элемента. Метод простой итерации. Метод Зейделя. Исследование сходимости итерационных методов. Оценка скорости сходимости.
3	Решение систем с трехдиагональной матрицей методом прогонки.
4	Нахождение собственных значений и собственных векторов матриц. Нахождение собственных значений матрицы. Метод Крылова.
5	Нахождение собственных векторов матрицы.
6	Решение нелинейных уравнений. Метод дихотомии. Метод простых итераций.
7	Метод Ньютона. Метод секущих.
8	Аппроксимация функций. Интерполирование. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
9	Интерполяционный многочлен Ньютона.
10	Интерполирование сплайнами. Кубические сплайны дефекта 1. Алгоритмы построения интерполяционного кубического сплайна.
11	Среднеквадратичное приближение. Метод наименьших квадратов.

№ п/п	Темы лекционных занятий
12	Численное дифференцирование. Задача численного дифференцирования. Численное дифференцирование с помощью интерполяционных многочленов. Формулы численного дифференцирования на равномерных сетках. Численное дифференцирование с помощью сплайнов.
13	Численное интегрирование. Задача численного интегрирования. Формулы Ньютона-Котеса.
14	Формула трапеций. Формула Симпсона. Формула Ньютона.
15	Формула средних. Квадратурная формула Гаусса.
16	Вычисление кратных интегралов. Метод ячеек. Метод последовательного интегрирования.
6 семестр	
17	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Численные методы решения задачи Коши. Метод Эйлера.
18	Методы Рунге-Кутты.
19	Решение задачи Коши методом степенных рядов.
20	Решение системы обыкновенных дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутты.
21	Решение краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод стрельбы. Разностный метод.
22	Приближенные аналитические методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод коллокации. Метод наименьших квадратов. Метод Галеркина.
23	Численные методы решения уравнений в частных производных. Метод сеток. Построение сеточной области. Аппроксимация дифференциальных уравнений разностными уравнениями. Аппроксимация краевых и начальных условий.
24	Решение эллиптических уравнений.
25	Решение параболических уравнений. Явные и неявные схемы. Исследование устойчивости разностной схемы. Сходимость метода сеток.
26	Решение гиперболических уравнений.
27	Решение интегральных уравнений. Задачи для интегральных уравнений. Линейные интегральные уравнения.
28	Решение интегральных уравнений с помощью квадратурных формул.
29	Решение интегральных уравнений методом замены ядра на вырожденное.
30	Решение интегральных уравнений методом последовательных приближений.
31	Решение некорректно поставленных задач. Примеры.
32	Решение плохо обусловленных систем линейных алгебраических уравнений. Метод регуляризации.

4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой

4.4 Содержание лабораторных работ

Очная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
5 семестр	
1	Решение системы линейных алгебраических уравнений методом Гаусса с выбором главного элемента.
2	Решения системы линейных уравнений методом простой итерации.
3	Решение систем с трехдиагональной матрицей методом прогонки.
4	Нахождение собственных значений матрицы методом Крылова.
5	Решение нелинейного уравнения методом итерации.
6	Решение нелинейного уравнения методом Ньютона.
7	Применение интерполяционной формулы Лагранжа.
8	Интерполирование кубическими сплайнами.
6 семестр	
9	Приближенное вычисление интегралов по формуле трапеций.
10	Приближенное вычисление интегралов по формуле Симпсона.
11	Приближенное вычисление кратных интегралов методом ячеек.
12	Приближенное вычисление кратных интегралов методом последовательного интегрирования.
13	Решение обыкновенных дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутты.
14	Применение разностного метода для решения обыкновенного дифференциального уравнения с краевыми условиями.
15	Решение уравнений эллиптического типа методом сеток.
16	Решение уравнений эллиптического типа методом сеток.
17	Решение уравнений параболического типа методом сеток.
18	Решение уравнений гиперболического типа методом сеток.
19	Решение интегральных уравнений с помощью квадратурных формул.
20	Решение интегральных уравнений с помощью квадратурных формул.
21	Решение интегральных уравнений методом замены ядра на вырожденное.
22	Решение интегральных уравнений методом замены ядра на вырожденное.
23	Решение плохо обусловленных систем линейных алгебраических уравнений.
24	Решение плохо обусловленных систем линейных алгебраических уравнений.

4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
5 семестр	
1	Подготовка к лабораторным работам
3	Выполнение курсового проекта
3	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение
6 семестр	
4	Подготовка к лабораторным работам

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
5	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
5 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий.	10
		Выполнение лабораторных работ.	20
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	10
		Выполнение лабораторных работ.	20
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет	40 (100*)	
	Защита курсового проекта	100	
6 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий.	10
		Выполнение лабораторных работ.	20
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	10
		Выполнение лабораторных работ.	20
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Экзамен	40 (100*)	

* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
Стобалльная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

Система оценивания результатов обучения	Оценки	
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено

6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется: учебная аудитория для проведения лекционных занятий, оборудованная доской для написания мелом; аудитория, оснащенная компьютерами с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную-образовательную среду.

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

7.1 Основная литература

1. Бахвалов, Н. С. Численные методы: учебник / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. — 9-е изд. — Москва: Лаборатория знаний, 2020. — 636 с. — ISBN 978-5-00101-836-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126099>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Калиткин Н.Н. Численные методы: учеб. пособие для ун-тов и втузов / Н. Н. Калиткин; под ред. А. А. Самарского.— 2-е изд. — СПб : БХВ-Петербург, 2011 .— 586 с. — ISBN 978-5-9775-0500-0.

7.2 Дополнительная литература

1. Пирумов У. Г. Численные методы учебное пособие для вузов / У.Г.Пирумов .— 4-е изд.,стер. — М.: Дрофа, 2007.— 222с.— ISBN 978-5-358-03758-8

2. Вержбицкий В. М. Численные методы: Линейная алгебра и нелинейные уравнения: учеб. пособие для вузов / В. М. Вержбицкий.— 2-е изд.— М. : Оникс 21 век, 2005 — 432 с. — ISBN 5-329-01110-8.

3. Вержбицкий В.М. Численные методы: Математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения: Учеб. пособие для вузов / В.М.Вержбицкий .— 2-е изд. — М.: ОНИКС 21 век, 2005 .— 400с. — ISBN 5-329-01111-6.

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

1. Электронный читальный зал “БИБЛИОТЕХ” : учебники авторов ТулГУ по всем дисциплинам.- Режим доступа: <https://tsutula.bibliotech.ru/>, по паролю.- Загл. с экрана

2. Научная библиотека ТулГУ: <http://library.tsu.tula.ru>

3. Президентская библиотека имени Б.Н.Ельцина: <http://www.prilib.ru>

4. ЭБС IPRBooks универсальная базовая коллекция изданий.-Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>, по паролю.- Загл. с экрана

5. Научная Электронная Библиотека eLibrary – библиотека электронной периодики, режим доступа: <http://elibrary.ru/> , по паролю.- Загл. с экрана.

6. НЭБ КиберЛенинка научная электронная библиотека открытого доступа, режим доступа: <http://cyberleninka.ru/>, свободный.- Загл. с экрана.
7. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <http://window.edu.ru>. - Загл. с экрана.
8. Библиотека численного анализа НИВЦ МГУ (http://num-anal.srcc.msu.ru/lib_na/libnal.htm).
9. Электронно-библиотечная система - издательства «Лань»: <http://e.lanbook.com>
10. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки: <http://diss.rsl.ru>
11. Универсальная библиотека ИстВью (online.ebiblioteka.ru).
12. Интернет-ресурс, посвященный вопросам математического моделирования: <http://www.exponenta.ru>

9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Пакет офисных приложений «МойОфис»

9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы не требуются.