

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Институт прикладной математики и компьютерных наук
Кафедра вычислительной механики и математики

Утверждено на заседании кафедры
Вычислительная механика и математика
«14» января 2021г., протокол №5

Заведующий кафедрой



В.В.Глаголев

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Дифференциальные уравнения»**

**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: 010302-01-02

Тула 2021 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
рабочей программы дисциплины**

Разработчик:

Буркин И.М., профессор, доктор физ.-мат.наук, доцент
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

1 Цель и задачи освоения учебной дисциплины

Целью изучения дисциплины (модуля) являются овладение как классическими, так и современными методами исследования в области дифференциальных уравнений, получение базовых знаний по теории обыкновенных дифференциальных уравнений и ее приложениям к моделированию и исследованию процессов в механике, физике, технике, экономике и других науках: вопросы существования и единственности решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем уравнений, классификация уравнений первого порядка и методы их интегрирования, методы понижения порядка дифференциальных уравнений, зависимость решений от начальных данных и параметров, линейные уравнения и системы с постоянными коэффициентами и методы их интегрирования, качественные методы исследования нелинейных уравнений и систем (второй метод Ляпунова, теория Пуанкаре-Бендиксона, асимптотические методы исследования колебательных процессов в нелинейных динамических системах), уравнения с частными производными первого порядка.

Задачами изучения дисциплины (модуля) являются:

- привитие навыков и умений применения методов математического и алгоритмического моделирования при анализе прикладных проблем,
- использование базовых математических задач и математических методов в научных исследованиях.

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

Дисциплина относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина изучается в 3 и 4 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. обладать базовыми знаниями, полученными в области математических и естественных наук (код компетенции- ОПК-1, код индикатора -ОПК-1.1).
2. математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности. (код компетенции - ОПК-3, код индикатора - ОПК-3.1).

Уметь:

1. использовать в профессиональной деятельности фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук (код компетенции- ОПК-1, код индикатора - ОПК-1.2).
2. применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности. (код компетенции- ОПК-3, код индикатора- ОПК-3.2).

Владеть:

1. навыками решения задач профессиональной деятельности на основе полученных теоретических знаний (код компетенции ОПК-1, код индикатора ОПК-1.3)
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 представлены в общей характеристике основной 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	
3	ДЗ	3	144	32	16			0	0,25	95,75
4	КР,Э	4	144	32	16			3	0,5	92,5
Итого	–	7	288	64	32			3	0,75	188,25

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
3 семестр	
1	Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям и системам дифференциальных уравнений.
2	Понятие дифференциального уравнения. Порядок уравнения. Уравнение первого порядка. Решение, интегральная кривая, поле направлений, изоклины. Задача Коши. Теорема Коши. Общее решение Частное решение. Особое решение.
3,4	Методы интегрирования дифференциальных уравнений первого порядка (с разделяющимися переменными, однородных, приводящихся к однородным, линейных, Бернулли, в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель.
5	Доказательство теоремы Коши. Продолжение решений.
6	Уравнения первого порядка не разрешенные относительно производной и методы их интегрирования. Уравнения Клеро и Лагранжа.
7	Метод Эйлера приближенного интегрирования дифференциальных уравнений первого порядка. Непрерывная зависимость решений от начальных данных и параметров.
8	Дифференциальное уравнение n -го порядка и нормальная система дифференциальных уравнений. Векторная запись нормальной системы. Общее и частное решение. Теорема Коши. Сведение уравнения к системе и обратное сведение.

№ п/п	Темы лекционных занятий
9	Интегрирование уравнений, допускающих понижение порядка.
10	Линейное уравнение n -го порядка. Линейный дифференциальный оператор. Принцип суперпозиции. Теорема Коши для линейного уравнения. Интервал существования решения.
11,12	Линейные однородные уравнения с постоянными коэффициентами. Общее решение. Решение линейных неоднородных уравнений с постоянными коэффициентами и неоднородностями специального вида (квазимногочлен).
13	Линейная независимость функций и определитель Вронского. Формула Остроградского-Лиувилля. Фундаментальная система решений линейного однородного уравнения. Метод вариации произвольных постоянных отыскания частного решения линейного неоднородного уравнения. Краевые задачи. Методы решения однородных краевых задач.
14-16	Линейные системы дифференциальных уравнений. Фундаментальная система решений однородной системы. Матрицант. Метод вариации произвольных постоянных. Общее решение неоднородной системы. Линейные системы с постоянными коэффициентами. Экспоненциал матрицы и формула Коши.
4 семестр	
1	Общие теоремы о свойствах решений автономных систем.
2	Фазовые траектории линейной и нелинейной систем второго порядка. Особые точки (седло, фокус, узел, центр). Поведение траекторий автономных систем вблизи особых точек.
3	Производная в силу системы. Первые интегралы. Применение первых интегралов для построения фазовых портретов двумерных автономных систем.
4,5	Уравнения с частными производными первого порядка. Характеристики и их связь с решениями. Теорема существования и единственности решения задачи Коши.
6	Устойчивость по Ляпунову. Общие теоремы об устойчивости линейных систем. Устойчивость линейных систем с постоянными коэффициентами. Критерий Рауса-Гурвица.
7	Понятие функции Ляпунова. Теоремы Ляпунова об устойчивости и асимптотической устойчивости. Теорема Четаева.
8	Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению.
9	Устойчивость по Лагранжу траекторий автономных систем. ω -предельные и α -предельные множества. Свойства предельных множеств ограниченных полутраекторий автономных систем.
10,11	Устойчивость в целом. Теорема Барбашина-Красовского. Диссипативные системы. Критерии диссипативности.
12,13	Теория Пуанкаре-Бендиксона.
14,15	Метод Пуанкаре в теории нелинейных колебаний. Неавтономные уравнения.
16	Метод Пуанкаре в теории нелинейных колебаний. Автономные уравнения.

4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
3 семестр	
1	Методы интегрирования уравнений с разделяющимися переменными, однородных уравнений и уравнений, приводящихся к ним. Линейные уравнения и уравнения Бернулли. Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель.

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
2	Уравнения, не разрешенные относительно производной. Особые решения
3	Контрольная работа № 1 «Дифференциальные уравнения первого порядка»
4	Интегрирование уравнений высших порядков, допускающих понижение порядка. Линейные однородные уравнения с постоянными коэффициентами. Общее решение. Решение линейных неоднородных уравнений с постоянными коэффициентами и неоднородностями специального вида (квазимногочлен).
5	Метод вариации произвольных постоянных (для уравнения).
6	Контрольная работа № 2 «Дифференциальные уравнения высших порядков»
7	Линейные системы с постоянными коэффициентами и методы их решения. Экспоненциал матрицы. Нахождение экспоненциала матрицы. Решение неоднородных систем. Формула Коши
8	Контрольная работа № 3 «Линейные системы с постоянными коэффициентами»
4 семестр	
1	Фазовые траектории системы второго порядка. Особые точки (седло, фокус, узел, центр). Поведение траекторий автономных систем вблизи особых точек.
2	Производная в силу системы. Первые интегралы. Применение первых интегралов для построения фазовых портретов двумерных автономных систем. Контрольная работа № 4
3	Понятие устойчивости по Ляпунову. Устойчивость решений уравнений первого порядка. Общие теоремы об устойчивости линейных систем. Устойчивость линейных систем с постоянными коэффициентами. Критерий Рауса-Гурвица. Контрольная работа № 5
4	Общие теоремы об устойчивости линейных систем. Теоремы Ляпунова об устойчивости и асимптотической устойчивости. Теорема Четаева. Контрольная работа № 6
5	Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению.
6	Устойчивость в целом. Теорема Барбашина-Красовского. Диссипативные системы. Критерии диссипативности.
7	Теория Пуанкаре-Бендиксона. Контрольная работа № 7
8	Метод Пуанкаре в теории нелинейных колебаний. Неавтономные и автономные уравнения. Контрольная работа № 8

4.4 Содержание лабораторных работ

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

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
3 семестр	
1	Подготовка к контрольной работе № 1 «Дифференциальные уравнения первого порядка»

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
2	Подготовка к контрольной работе № 2 «Дифференциальные уравнения высших порядков»
3	Подготовка к контрольной работе № 3 «Линейные системы с постоянными коэффициентами»
4	Выполнение типового расчета №1 «Дифференциальные уравнения первого порядка»
5	Выполнение типового расчета №2 «Дифференциальные уравнения высших порядков»
6	Выполнение типового расчета №3 «Системы дифференциальных уравнений»
7	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
8	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение
4 семестр	
1	Подготовка к контрольной работе №4 «Общие теоремы о свойствах решений автономных систем. Производная в силу системы»
2	Подготовка к контрольной работе №5 «Общие теоремы об устойчивости линейных систем. Второй метод Ляпунова»
3	Подготовка к контрольной работе №6 «Общие теоремы об устойчивости линейных систем. Теоремы Ляпунова об устойчивости и асимптотической устойчивости. Теорема Четаева» (доказательство теорем).
4	Подготовка к контрольной работе №7 «Устойчивость по первому приближению. Устойчивость в целом. Теория Пуанкаре-Бендиксона».
5	Подготовка к контрольной работе №8 «Метод Пуанкаре в теории нелинейных колебаний»
6	Выполнение курсовой работы
7	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
8	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
3 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	2
		Работа на практических занятиях	4
		Выполнение типовых расчетов	14
		Выполнение контрольной работы №1	10
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	2
		Работа на практических занятиях	2
		Выполнение контрольной работы №2	4
		Выполнение контрольной работы №3	8
		Выполнение типовых расчетов	14
		Итого	30

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося		Максимальное количество баллов	
Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет	40 (100*)	
4 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	2
		Работа на практических занятиях	2
		Выполнение контрольной работы №4	6
		Выполнение контрольной работы №5	10
		Выполнение контрольной работы №6	10
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	2
		Работа на практических занятиях	4
		Выполнение контрольной работы №7	10
		Выполнение контрольной работы № 8	14
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Экзамен	40 (100*)	
	Защита курсовой работы	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
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

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется учебная аудитория, оборудованная доской для написания мелом.

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

7.1. Основная литература

1. Пантелеев А.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Пантелеев А.В., Якимова А.С., Рыбаков К.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2010.— 383 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9280>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.
2. Юмагулов М.Г. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Теория и приложения [Электронный ресурс]/ Юмагулов М.Г.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2008.— 181 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16580>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.
3. Дифференциальные уравнения [Электронный ресурс]: практикум. Учебное пособие/ Л.А. Альсевич [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2012.— 382 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20196>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

7.2. Дополнительная литература

1. Буркин И.М. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Методы интегрирования. Теория устойчивости. Теория колебаний: Учеб. пособие/И.М.Буркин;ТулГУ. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2004. – 191с.
2. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям/А.Ф.Филиппов. - М.;Ижевск:РХД, 2005. - 176с.
3. Дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление в примерах и задачах/А.Б.Васильева [и др.]. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2003.- 432с.:ил.-(Курс высшей математики и математической физики/под ред.А.Н.Тихонова и др.; Вып.10)
4. Буркин И. М. Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений: Руководство к решению задач: Учеб. пособие/ И. М. Буркин; ТулГУ: Каф. математического анализа. – Тула: ТулГУ,2003. – 50с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. ЭБС IPRBooks универсальная базовая коллекция изданий. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>.
2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа :<http://window.edu.ru>

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

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

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