МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра микроэлектроники и общей физики

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета
_____ И.С. Огнев
(подпись)

«17» мая 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
«Дифференциальные уравнения»

Направление подготовки
03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль)
Телекоммуникационные системы и технологии

Форма обучения
очная

Программа одобрена
на заседании кафедры
от «25» апреля 2022 года, протокол № 6

Программа одобрена НМК
физического факультета
протокол № 5 от «11» мая 2022 года

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина "Дифференциальные уравнения" содействует формированию культуры аналитических вычислений. Целью преподавания дисциплины является ознакомление слушателей с идеями и методами теории обыкновенных дифференциальных уравнений.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина относится к базовой части Блока 1. Она основывается на знаниях полученных слушателями при изучении дисциплин "Математический анализ", "Аналитическая геометрия и линейная алгебра". Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины "Дифференциальные уравнения", используются при изучении дисциплин "Численные методы и математическое моделирование", «Теория колебаний», «Практикум по теории колебаний».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	**Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)**	**Перечень планируемых результатов обучения**
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-1 Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе педагогической деятельности	**ИД-ОПК-1.1** Осуществляет постановку задачи, выбирает способ ее решения	**Знать:** – теоремы существования решений начальной задачи; – теоремы о непрерывной зависимости решений от начальных условий и параметров; – общие свойства линейных систем дифференциальных уравнений; – теоремы об устойчивости по первому приближению. **Уметь:** – решать линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами; – исследовать устойчивость решений таких уравнений.
	ИД-ОПК-1.2 Применяет математический аппарат, физические законы и теории для решения прикладных и теоретических задач, в том числе педагогической деятельности	**Уметь:** – дифференцировать решения по начальным условиям и параметрам. **Владеть навыками:** – качественного исследования линейных и нелинейных дифференциальных уравнений.

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 акад. часа.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Предварительные сведения из алгебры и математического анализа. Нормы векторов и матриц. Принцип сжимающих отображений. Теорема Арцела.	3	1,5	3				1	Задания для самостоятельной работы
2	Понятие дифференциального уравнения; поле направлений; решения; интегральные кривые; векторное поле; фазовые кривые.	3	1,5	3				1	Задания для самостоятельной работы
	в том числе с ЭО и ДОТ							*2*	*Индивидуальные задания по темам 1-2 в ЭУК в LMS Moodle*
3	Элементарные методы интегрирования: уравнения с разделяющимися переменными, однородные уравнения, уравнения в полных дифференциалах, интегрирующий множитель, линейное уравнение, уравнения Бернулли и Риккати.	3	1,5	3				0,5	Задания для самостоятельной работы Контрольная работа №1
4	Линейные дифференциальные уравнения первого порядка. Существование и единственность решения задачи Коши для однородного уравнения. Неоднородное уравнение. Периодические решения однородного и неоднородного уравнений с периодическими коэффициентами.	3	1,5	3				0,5	Задания для самостоятельной работы Контрольная работа №1
5	Линейное однородное уравнение n-го порядка с постоянными коэффициентами. Структура общего решения. Выделение вещественных решений.	3	2	3				1	Задания для самостоятельной работы Контрольная работа №1
	в том числе с ЭО и ДОТ							*2*	*Индивидуальные задания по темам 3-5 в ЭУК в LMS Moodle*

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
			Контактная работа					самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
6	Линейное неоднородное уравнение n-го порядка с постоянными коэффициентами. Функция Коши. Решение неоднородных уравнений со специальной правой частью.	3	2	3				1	Задания для домашней работы Контрольная работа №1
7	Теорема существования и единственности решения задачи Коши для системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка.	3	2	3				0,5	Задания для самостоятельной работы Контрольная работа №2
8	Общее решение линейной однородной системы с постоянными коэффициентами.	3	2	3				0,5	Задания для самостоятельной работы Контрольная работа №2
9	Общее решение линейной неоднородной системы с постоянными коэффициентами.	3	2	3				1	Задания для самостоятельной работы Контрольная работа №2
10	Матричная экспонента. Структура решений системы с постоянными коэффициентами. Оценка матричной экспоненты. Поведение решений при больших временах.	3	2	3				1	Задания для самостоятельной работы Контрольная работа №2
	в том числе с ЭО и ДОТ							*2*	*Индивидуальные задания по темам 6-10 в ЭУК в LMS Moodle*
11	Фундаментальная матрица системы с переменными коэффициентами. Фор-мула Остроградского-Лиувилля.	3	1	3				1	Задания для самостоятельной работы Контрольная работа №2
12	Линейные системы с периодическими коэффициентами. Теоремы Ляпунова и Флоке. Общее решение линейной однородной системы с периодическими коэффициентами.	3	1	3				1	Задания для самостоятельной работы Контрольная работа №2

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
			Контактная работа					самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
13	Теоремы существования и единственности решения задачи Коши для системы нелинейных дифференциальных уравнений первого порядка.	3	1	3		0,5		0,5	Задания для самостоятельной работы Контрольная работа №2
14	Непрерывная зависимость решений дифференциальных уравнений от начальных условий. Дифференцируемость решений по начальным условиям. Уравнения в вариациях.	3	1	3		0,5		0,5	Задания для самостоятельной работы Контрольная работа №2
	в том числе с ЭО и ДОТ							*2*	*Индивидуальные задания по темам 11-14 в ЭУК в LMS Moodle*
15	Непрерывная зависимость решений дифференциальных уравнений от параметров, входящих в правые части, дифференцируемость по параметрам. Метод малого параметра.	3	1	1		0,5		0,5	Задания для самостоятельной работы Контрольная работа №2
16	Продолжение решений. Непродолжаемые решения.	3	1	1		0,5		0,5	Задания для самостоятельной работы
17	Устойчивость решений. Устойчивость в линейных системах	3	1	1		0,5		0,5	Задания для с работы Контрольная работа №3
18	Второй метод Ляпунова. Функции Ляпунова. Теоремы Ляпунова об устойчивости и асимптотической устойчивости. Теорема Четаева о неустойчивости. Построение функций Ляпунова для линейных систем с постоянными коэффициентами.	3	1	1		0,5		0,5	Задания для самостоятельной работы Контрольная работа №3
19	Теоремы Ляпунова об устойчивости по первому приближению.	3	1	1		0,5		0,5	Задания для самостоятельной работы Контрольная работа №3

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
			Контактная работа					самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
20	Устойчивость многочленов. Критерий Рауса - Гурвица. Частотный критерий Михайлова.	3	1	1		0,5		0,5	Задания для самостоятельной работы Контрольная работа №3
21	Автономные системы дифференциальных уравнений. Свойства траекторий автономных систем. Качественный анализ поведения решений автономных дифференциальных уравнений первого порядка.	3	2	4		1		0,5	Задания для самостоятельной работы Контрольная работа №3
22	Фазовая плоскость линейной двумерной автономной системы. Классификация особых точек.	3	2	4		1		0,5	Задания для самостоятельной работы Контрольная работа №3
	в том числе с ЭО и ДОТ							*2*	*Индивидуальные задания по темам 15-22 в ЭУК в LMS Moodle*
23	Краевые задачи для линейных уравнений второго порядка. Собственные значения и собственные функции.	3	1	1		0,5		0,5	Задания для самостоятельной работы Контрольная работа №3
24	Первый интеграл. Теорема о полном наборе независимых первых интегралов в окрестности неособой точки.	3	1	2		0,5		0,5	Задания для самостоятельной работы
						2	0,5	33,5	Экзамен
	Всего за 3 семестр 144 часа		**34**	**51**		**9**	**0,5**	**49,5**	
	в том числе с ЭО и ДОТ							***10***	

Примечание: объем (в часах) самостоятельной работы в рамках установленного данной РПД количества часов, выполняемой студентом с применением ЭО и ДОТ (в ЭУК «Дифференциальные и интегральные уравнения» в LMS Moodle), определяется каждым студентом в зависимости от уровня его подготовки и способов выполнения данного вида работ.

Содержание разделов дисциплины

Раздел 1.

Предварительные сведения из алгебры и математического анализа. Нормы векторов и матриц. Принцип сжимающих отображений. Теорема Арцела.

Раздел 2.

Понятие дифференциального уравнения; поле направлений; решения; интегральные кривые; векторное поле; фазовые кривые.

Раздел 3.

Элементарные методы интегрирования: уравнения с разделяющимися переменными, однородные уравнения, уравнения в полных дифференциалах, интегрирующий множитель, линейное уравнение, уравнения Бернулли и Риккати.

Раздел 4.

Линейные дифференциальные уравнения первого порядка. Существование и единственность решения задачи Коши для однородного уравнения. Неоднородное уравнение. Периодические решения однородного и неоднородного уравнений с периодическими коэффициентами.

Раздел 5.

Линейное однородное уравнение n-го порядка с постоянными коэффициентами. Структура общего решения. Выделение вещественных решений.

Раздел 6.

Линейное неоднородное уравнение n-го порядка с постоянными коэффициентами. Функция Коши. Решение неоднородных уравнений со специальной правой частью.

Раздел 7.

Теорема существования и единственности решения задачи Коши для системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка.

Раздел 8.

Общее решение линейной однородной системы с постоянными коэффициентами.

Раздел 9.

Общее решение линейной неоднородной системы с постоянными коэффициентами.

Раздел 10.

Матричная экспонента. Структура решений системы с постоянными коэффициентами. Оценка матричной экспоненты. Поведение решений при больших временах.

Раздел 11.

Фундаментальная матрица системы с переменными коэффициентами. Фор-мула Остроградского-Лиувилля.

Раздел 12.

Линейные системы с периодическими коэффициентами. Теоремы Ляпунова и Флоке. Общее решение линейной однородной системы с периодическими коэффициентами.

Раздел 13.

Теоремы существования и единственности решения задачи Коши для системы нелинейных дифференциальных уравнений первого порядка.

Раздел 14.

Непрерывная зависимость решений дифференциальных уравнений от начальных условий. Дифференцируемость решений по начальным условиям. Уравнения в вариациях.

Раздел 15.

Непрерывная зависимость решений дифференциальных уравнений от параметров, входящих в правые части, дифференцируемость по параметрам. Метод малого параметра.

Раздел 16.

Продолжение решений. Непродолжаемые решения.

Раздел 17.

Устойчивость решений. Устойчивость в линейных системах

Раздел 18.

Второй метод Ляпунова. Функции Ляпунова. Теоремы Ляпунова об устойчивости и асимптотической устойчивости. Теорема Четаева о неустойчивости.Построение функций Ляпунова для линейных систем с постоянными коэффициентами.

Раздел 19.

Теоремы Ляпунова об устойчивости по первому приближению.

Раздел 20.

Устойчивость многочленов. Критерий Рауса - Гурвица. Частотный критерий Михайлова.

Раздел 21.

Автономные системы дифференциальных уравнений. Свойства траекторий автономных систем. Качественный анализ поведения решений автономных дифференциальных уравнений первого порядка.

Раздел 22.

Фазовая плоскость линейной двумерной автономной системы. Классификация особых точек.

Раздел 23.

Краевые задачи для линейных уравнений второго порядка. Собственные значения и собственные функции.

Раздел 24.

Первый интеграл. Теорема о полном наборе независимых первых интегралов в окрестности неособой точки.

5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Академическая лекция с элементами лекции-беседы – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по закреплению полученных на лекции знаний.

Консультации – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии: **Электронный учебный курс «Дифференциальные и интегральные уравнения» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ**, в котором:

- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины;
- осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;
- представлены тексты лекций по отдельным темам дисциплины;

- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в режиме онлайн;
- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимся и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- программы Microsoft Office;
- издательская система LaTex;
- Adobe Acrobat Reader.

7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT» http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Тихонов А. Н. Дифференциальные уравнения: Учебник для вузов. / А.Н. Тихонов, А.Б. Васильева, А.Г. Свешников; М-во образования РФ - 4-е изд., стер. - М.: Физматлит, 2002. - 253с. Электронный вариант: Тихонов, А. Н. Дифференциальные уравнения : Учеб. для вузов / Тихонов А. Н. , Васильева А. Б. , Свешников А. Г. - 4-е изд., - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 256 с. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922102773.html
2. Куликов А. Н. Дифференциальные уравнения. Теоремы, примеры, задачи: учеб пособие для вузов. / А. Н. Куликов, Д. А. Куликов; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, Ред.-издат. совет ун-та - Ярославль: ЯрГУ, 2011. - 138 с. Электронный вариант: http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20110208.pdf

б) дополнительная литература

1. Романко В. К. Курс дифференциальных уравнений и вариационного исчисления: Учебное пособие для вузов. / В. К. Романко; М-во образования РФ - 2-е изд. - М.-СПб.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001. - 344с.
2. Понтрягин Л. С. Обыкновенные дифференциальные уравнения: учебник для вузов. / Л. С. Понтрягин; М-во высш. и сред. спец. образования СССР - 4-е изд. - М.: Наука, 1974. - 331 с.
3. Федорюк М. В. Обыкновенные дифференциальные уравнения: учебник для вузов. / М. В. Федорюк - 3-е изд., стереотип. - СПб: Лань, 2003. - 447 с.

4. Филиппов А. Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. / А. Ф. Филиппов - М. ; Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2005. - 175 с.
5. Куликов Д. А. Задачи и упражнения по курсу Дифференциальные, интегральные уравнения и элементы вариационного исчисления: метод. указания. / Д. А. Куликов; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, Науч.-метод. совет ун-та - Ярославль: Б.и., 2008. - 42 с. Электронный вариант: http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20080797.pdf

в) ресурсы сети «Интернет»

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ (http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php).
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» (www.biblioclub.ru).

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа и практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций,
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока, а в аудитории для практических занятий (семинаров)– списочному составу группы обучающихся.

Автор:
Профессор кафедры микроэлектроники и общей физики, д. физ.-мат. наук, доцент Д. А. Куликов

Приложение №1 к рабочей программе дисциплины
«Дифференциальные уравнения»

Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов по дисциплине

1. Контрольные задания и иные материалы, используемые в процессе текущей аттестации

Задания для самостоятельной работы

Домашние задания предлагаются преподавателем на практических занятиях в зависимости от уровня освоения материала из задачника Филиппов А. Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. / А. Ф. Филиппов - М.; Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2005. - 175 с. (из списка рекомендованной литературы). В конце задачника приведены ответы, студенты самостоятельно контролируют правильность выполнения заданий.

Критерии оценивания решения задач

Критерий	Пороговый уровень (на «удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (на «хорошо»)	Высокий уровень (на «отлично»)
Метод решения	Любой корректный, приводящий к правильному результату	Выбран наилучший метод	Выбран наилучший метод, указаны причины выбора
Результат решения	Незаконченное решение корректное или ведущее к правильному ответу или есть ошибки, однако в целом ход выкладок можно считать правильным	Верный ответ, допускается 1 незначительная ошибка или пропущенный логический шаг	Верный ответ, полное правильное решение со всеми выкладками

Контрольная работа №1

Вариант №1	Вариант №2
1. Найти общее решение $\frac{dx}{dt}=\frac{3t^2}{t^3+x+1}$. 2. Найти общее решение $(2x+2y-1)dx+(x+y-2)dy=0.$ 3. Найти общее решение $y'-y\operatorname{ctg}x=2x\sin x.$ 4. Найти общее решение $y'=y^2-\frac{2}{x^2}, y_*=\frac{1}{x}.$ 5. Найти общее решение $(x+y-1)dx+(x-y^2+3)dy=0.$	1. Найти общее решение $xdy-(x^2e^{-y}+2)dx=0$. 2. Найти общее решение $(2y-x-4)dx-(2x-y+5)dy=0.$ 3. Найти общее решение $y'\cos x+y\sin x=1.$ 4. Найти общее решение $3xy^2y'+y^3-2x=0.$ 5. Найти общее решение $(1+(x^2+y^2)x)xdx+ydy=0.$
Вариант №4	**Вариант №3**
1. Найти общее решение $t(\ln x+2\ln t-1)dx=2xdt$. 2. Найти общее решение $y'=\frac{x+y-3}{y-x+1}.$ 3. Найти общее решение $(x^2-1)y'+2xy-\cos x=0.$ 4. Найти общее решение $xy'-y^2\ln x+y=0.$ 5. Найти общее решение $xdx+ydy+xdy-ydx=0.$	1. Найти общее решение $(4t+x-3)^2dt-dx=0$. 2. Найти общее решение $(2x+4y+3)y'-x-2y-1=0.$ 3. Найти общее решение $\dot{x}-x\operatorname{ctg}t=4\sin t.$ 4. Найти общее решение $(x-y)ydx-x^2dy=0.$ 5. Найти общее решение $(x^2+y)dx-xdy=0.$
Вариант №5	**Вариант №6**
1. Найти общее решение $\dot{x}=\frac{(1+x)^2}{t(x+1)-t^2}$. 2. Найти общее решение $(3x-4y-3)y'-3x+4y+2=0.$ 3. Найти общее решение $\dot{x}-2x=te^{2t}\sin t.$ 4. Найти общее решение $y'=y^2-\frac{2}{x^2}, y_*=\frac{1}{x}.$ 5. Найти общее решение $\frac{2xdx}{y^3}+\frac{(y^2-3x^2)dy}{y^4}=0.$	1. Найти общее решение $(1-x^2y)dx+x^2(y-x)dy=0$. 2. Найти общее решение $y'=\frac{x-y+1}{x+y-3}.$ 3. Найти общее решение $y'+y=(x+1)e^{-x}\cos x.$ 4. Найти общее решение $y'=\frac{y^2}{(y-x)x}.$ 5. Найти общее решение $(\sin y+y\sin x+\frac{1}{x})dx+(x\cos y-\cos x+\frac{1}{y})dy=0$

Вариант №7	Вариант №8
1. Найти общее решение $xy^2(xy'+y)=1.$ 2. Найти общее решение $x+y-2+(1-x)y'=0.$ 3. Найти общее решение $y'-y=\sin x.$ 4. Найти общее решение $(y^2+x^2+1)y'+xy=0.$ 5. Найти общее решение $(x+y-1)dx+(x-y^2+3)dy=0.$	1. Найти общее решение $x^2dt+(e^t-x)dx=0$. 2. Найти общее решение $(3y-7x+7)dx-(3x-7y-3)dy=0.$ 3. Найти общее решение $xy'-2y=x^3\cos x.$ 4. Найти общее решение $2y'x\ln x+y=xy^{-1}\cos x.$ 5. Найти общее решение $x(2x^2+y^2)+y(x^2+2y^2)y'=0.$
Вариант №10	**Вариант №9**
1. Найти общее решение $2xy'+1=y+\dfrac{x^2}{y-1}$. 2. Найти общее решение $y'=\dfrac{x+y}{1-y-x}.$ 3. Найти общее решение $y'x\ln x-y=3x^3\ln^2 x.$ 4. Найти общее решение $2y'\sin x+y\cos x=y^3\sin^2 x.$ 5. Найти общее решение $(3x^2-2x-y)dx+(2y-x+3y^2)dy=0.$	1. Найти общее решение $x\dfrac{dx}{dt}+tx=t^3$. 2. Найти общее решение $(4x+2y+1)y'+8x+4y+1=0.$ 3. Найти общее решение $\dot{x}-x\operatorname{tg}t=\dfrac{1}{\cos^3 t}.$ 4. Найти общее решение $y^2dx+(x-y)xdy=0.$ 5. Найти общее решение $ydx-(y^2+x)dy=0.$
Вариант №11	**Вариант №12**
1. Найти общее решение $x^2(dy-dx)=(x+y)ydx$. 2. Найти общее решение $(x-2y-1)dx+(3x-6y+2)dy=0.$ 3. Найти общее решение $\dot{x}+te^tx=e^{(1-t)e^t}$. 4. Найти общее решение $y'=y^2-\dfrac{2}{x^2}, y_*=\dfrac{1}{x}.$ 5. Найти общее решение $(3x^2y+y^3)dx+(x^3+3xy^2)dy=0.$	1. Найти общее решение $\dfrac{dx}{dt}=\dfrac{t}{x}e^{2t}+x$. 2. Найти общее решение $y'=-\dfrac{2x+3y-5}{3x+2y-5}.$ 3. Найти общее решение $y'+2y=xe^{-2x}\cos x.$ 4. Найти общее решение $(x-t)tdx-x^2dt=0.$ 5. Найти общее решение $\dfrac{y+\sin x\cos^2 xy}{\cos^2 xy}dx+\left(\dfrac{x}{\cos^2 xy}+\sin y\right)dy=0.$

Критерии оценивания

Критерии оценивания совпадают с критериями решения задач заданий для самостоятельной работы.

Контрольная работа №2

Вариант №1.

1. Найти общее решение
$$y'' + y = \frac{x^2 \ln x - 1}{x^2};$$
2. Найти общее решение
$$y''+y = 4\cos x;$$
3. Найти общее решение
$$y'''+2y''+y' = x + e^{-x};$$
4. Найти общее решение системы x'=Ax, если
$$A = \begin{pmatrix} 5 & -1 & 5 \\ 0 & 3 & 2 \\ 0 & -2 & 3 \end{pmatrix};$$
5. Найти общее решение системы
$$x' = \begin{pmatrix} 5 & 4 \\ -4 & -3 \end{pmatrix} x + \begin{pmatrix} 1 \\ t \end{pmatrix} e^{-t}.$$

Вариант №2.

1. Найти общее решение
$$\dot{x} = \frac{t^2 lnt + 1}{2t^2}$$
2. Найти общее решение
$$y''+2y'+17y = e^{-x}(1+\sin 4x);$$
3. Найти общее решение
$$y'''+2y'' = x + xe^{-2x};$$
4. Найти общее решение системы x'=Ax, если
$$A = \begin{pmatrix} 3 & -1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 2 & -2 & 2 \end{pmatrix};$$
5. Найти общее решение системы
$$x' = \begin{pmatrix} -3 & 4 \\ -2 & 1 \end{pmatrix} x + \begin{pmatrix} e^{2t} \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Вариант №3.

1. Найти общее решение
$$y'' + y = \frac{x^2 \ln x - 1}{x^2};$$
2. Найти общее решение
$$y''+2y'+10y = xe^{-x}\sin 3x;$$
3. Найти общее решение
$$y'''+8y = x + xe^{-2x};$$
4. Найти общее решение системы x'=Ax, если
$$A = \begin{pmatrix} 3 & -1 & 2 \\ 1 & 1 & -2 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix};$$
5. Найти общее решение системы
$$\frac{dx}{dt} = y + 1,$$
$$\frac{dy}{dt} = -x + \frac{1}{\sin t}.$$

Вариант №4.

1. Найти общее решение
$$y'' - y = \frac{4x^2 + 1}{2x\sqrt{x}};$$
2. Найти общее решение
$$y''-4y'+5y = (x+1)e^{-2x}\sin x;$$
3. Найти общее решение
$$y^{IV} + 4y'' = x + e^{-2x};$$
4. Найти общее решение системы x'=Ax, если
$$A = \begin{pmatrix} 5 & 2 & -2 \\ 1 & 4 & -1 \\ 3 & 3 & 0 \end{pmatrix};$$
5. Найти общее решение системы
$$\frac{dx}{dt} + 5x + 2y = e^{t},$$
$$\frac{dy}{dt} - 2x = e^{2t}.$$

Вариант №5.

1. Найти общее решение
$$y'' - y = \frac{4x^2+1}{2x\sqrt{x}};$$
2. Найти общее решение
$$y''+4y'+13y = e^{-2x} + \sin 3x;$$
3. Найти общее решение
$$y^{IV} - 4y'' = x + e^{-2x};$$
4. Найти общее решение системы x'=Ax, если
$$A = \begin{pmatrix} 3 & -1 & 2 \\ 1 & 1 & 2 \\ -2 & 1 & 0 \end{pmatrix};$$
5. Найти общее решение системы
$$x' = \begin{pmatrix} 2 & -2 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} x + \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} \frac{1}{\cos^2 t}.$$

Вариант №6.

1. Найти общее решение
$$y'' + y = \frac{x^2 \ln x - 1}{x^2};$$
2. Найти общее решение
$$y''+2y'+17y = e^{-x} + \sin 4x;$$
3. Найти общее решение
$$y'''+2y'' = (x+1)e^{-2x};$$
4. Найти общее решение системы x'=Ax, если
$$A = \begin{pmatrix} 2 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 2 & -2 & 1 \end{pmatrix};$$
5. Найти общее решение системы
$$x' = \begin{pmatrix} -1 & 2 \\ -2 & -1 \end{pmatrix} x + \begin{pmatrix} 1 \\ t \end{pmatrix} e^{-t}.$$

Вариант №7.

1. Найти общее решение
$$y''' + y'' = \frac{x-1}{x^2};$$
2. Найти общее решение
$$y''+4y'+13y = e^{-2x} + \sin 3x;$$
3. Найти общее решение
$$y'''-8y = x + (x+1)e^{2x};$$
4. Найти общее решение системы x'=Ax, если
$$A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 1 & 3 & -1 \\ -1 & 2 & 3 \end{pmatrix};$$
5. Найти общее решение системы
$$x' = \begin{pmatrix} -1 & 2 \\ -2 & -1 \end{pmatrix} x + \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} e^{2t}.$$

Вариант №8.

1. Найти общее решение
$$y'' + y = \frac{2+x^2}{x^3};$$
2. Найти общее решение
$$y''-4y'+5y = (x+1)e^{-2x} \sin x;$$
3. Найти общее решение
$$y^{IV} - 4y'' = x + e^{2x};$$
4. Найти общее решение системы x'=Ax, если
$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 1 & 2 & 2 \\ 0 & -1 & 2 \end{pmatrix};$$
5. Найти общее решение системы
$$x' = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ -2 & -1 \end{pmatrix} x + \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} \cos t.$$

Вариант №9.	Вариант №10.
1. Найти общее решение $$x^2y''-xy'-3y=\frac{1}{x};$$ 2. Найти общее решение $$y''-2y'+y=(x+2)e^x+1;$$ 3. Найти общее решение $$y'''+y'=x\sin x;$$ 4. Найти общее решение системы x'=Ax, если $$A=\begin{pmatrix}2 & 0 & -1\\ 1 & -1 & 0\\ 3 & -1 & -1\end{pmatrix};$$ 5. Найти общее решение системы $$x'=\begin{pmatrix}1 & 1\\ -2 & -2\end{pmatrix}x+\begin{pmatrix}1\\ -1\end{pmatrix}\frac{1}{\sqrt{t}}.$$	1. Найти общее решение $$x^2y''+xy'+y=x(6-\ln x);$$ 2. Найти общее решение $$y''+2y'-3y=(x+1)(e^x+1);$$ 3. Найти общее решение $$y'''+4y''=x\cos 2x;$$ 4. Найти общее решение системы x'=Ax, если $$A=\begin{pmatrix}4 & -1 & -1\\ 2 & 1 & -2\\ -1 & 1 & 4\end{pmatrix};$$ 5. Найти общее решение системы $$x'=\begin{pmatrix}1 & -2\\ -1 & 2\end{pmatrix}x+\begin{pmatrix}t+1\\ 1\end{pmatrix}.$$
Вариант №11.	Вариант №12.
1. Найти общее решение $$(x-2)^2y''-3(x-2)y'+4y=x;$$ 2. Найти общее решение $$y''+2y'+10y=e^x\sin 3x;$$ 3. Найти общее решение $$y'''+8y=x(1+e^{-2x});$$ 4. Найти общее решение системы x'=Ax, если $$A=\begin{pmatrix}3 & 0 & -1\\ 1 & 0 & 0\\ 3 & -1 & 0\end{pmatrix};$$ 5. Найти общее решение системы $$x'=\begin{pmatrix}5 & 4\\ -4 & -3\end{pmatrix}x+\begin{pmatrix}1\\ t\end{pmatrix}e^{-t}.$$	1. Найти общее решение $$y''+2y'+y=\frac{1}{xe^x};$$ 2. Найти общее решение $$y''-4y'+5y=(x+1)\sin x;$$ 3. Найти общее решение $$y^{IV}+4y''=(x+1)e^{-2x};$$ 4. Найти общее решение системы x'=Ax, если $$A=\begin{pmatrix}0 & -1 & -1\\ 2 & -3 & -2\\ -1 & 1 & 0\end{pmatrix};$$ 5. Найти общее решение системы $$x'=\begin{pmatrix}4 & 2\\ -2 & -1\end{pmatrix}x+\begin{pmatrix}1\\ -2\end{pmatrix}\frac{1}{\sqrt{t}}.$$

Критерии оценивания

Критерии оценивания совпадают с критериями решения задач заданий для самостоятельной работы.

Контрольная работа №3

Вариант 1

1. При каких значениях параметров a и b устойчив многочлен

$$\lambda^4 + a\lambda^3 + \lambda^2 + \lambda + b.$$

2. Исследовать на устойчивость нулевое положение равновесия и определить его тип

$$\begin{cases} \dot{x} = 2 - \exp(x+y) - \cos x, \\ \dot{y} = \ln\bigl(1 + \sin(2x - 3y)\bigr). \end{cases}$$

3. Найти методом малого параметра два члена разложения

$$\dot{x} + \varepsilon x - \exp(x - t) = 0, \quad x(0) = \varepsilon, \quad 0 < \varepsilon \ll 1.$$

4. Построить функцию Грина для краевой задачи

$$t\ddot{x} - \dot{x} = f(t), \qquad \dot{x}(1) = 0,\ x(2) = 0.$$

5. Построить фазовый портрет системы

$$\begin{cases} \dot{x} = -x - 2y, \\ \dot{y} = -2x - y. \end{cases}$$

Вариант 2

1. Система $\dot{x} = Ax$ ($x \in \mathbb{R}^5$) имеет частное решение, у которого известны только две координаты: $x_1 = \sin(t + \pi/4)$, $x_2 = e^{-t} + \cos 2t$. Устойчиво ли нулевое решение?

2. Найти все положения равновесия системы

$$\begin{cases} \dot{x} = x^2 + y^2 - 6x - 8y, \\ \dot{y} = x(2y - x + 5). \end{cases}$$

   Для соответствующей линеаризованной на состоянии равновесия системы указать тип особой точки.

3. Для решения уравнения

$$y' + y^2 - \frac{6\varepsilon}{x} = 0, \qquad y(1) = 1 + 3\varepsilon$$

   найти $\left.\dfrac{\partial y}{\partial \varepsilon}\right|_{\varepsilon=0}$.

4. Построить функцию Грина для краевой задачи

$$\ddot{x} + \dot{x} = f(t), \qquad \dot{x}(0) = x(1) + \dot{x}(1) = 0.$$

5. Построить фазовый портрет системы

$$\begin{cases} \dot{x} = -x + y, \\ \dot{y} = -x - y. \end{cases}$$

Вариант 3

1. Для уравнения
$$\dot{x} = x\sin^3 t$$
найти положения равновесия и исследовать их на устойчивость. Если положение равновесия является асимптотически устойчивым — отметить это.

2. Найти все положения равновесия системы
$$\dot{x} = 2y + \sqrt{1 - 3y - \sin x}, \qquad \dot{y} = -\sin x.$$
Для соответствующей линеаризованной на состоянии равновесия системы указать тип особой точки.

3. Найти методом малого параметра два члена разложения
$$y'' + 2y' + (1 + \mu y^2)y = 0, \qquad y(0) = 0,\ y'(0) = 1, \quad 0 < \mu \ll 1.$$

4. Построить функцию Грина для краевой задачи
$$\ddot{x} + 4x = f(t), \qquad x(0) = x(1) = 0.$$

5. Построить фазовый портрет системы
$$\begin{cases} \dot{x} = 2x - 4y, \\ \dot{y} = x - 3y. \end{cases}$$

Вариант 4

1. Выяснить, устойчиво ли решение задачи Коши
$$\dot{x} = t(x - 1), \quad x(1) = 2.$$

2. Исследовать на устойчивость особые точки системы
$$\dot{x} = \sin x, \qquad \dot{y} = 1 - y^2$$
и определить их тип.

3. Для решения уравнения
$$\dot{x} + \varepsilon x - 1 + \sin(t - x) = 0, \quad x(0) = \varepsilon$$
найти $\left.\dfrac{\partial x}{\partial \varepsilon}\right|_{\varepsilon=0}$.

4. Построить функцию Грина для краевой задачи
$$t^2\ddot{x} - 2x = f(t), \qquad x(1) = 0,\ x(2) + 2\dot{x}(2) = 0.$$

5. Построить фазовый портрет системы
$$\begin{cases} \dot{x} = -4y, \\ \dot{y} = x. \end{cases}$$

Вариант 5

1. При каких значениях параметров a и b устойчив многочлен

$$\lambda^5 + 2\lambda^4 + 3\lambda^3 + a\lambda^2 + b\lambda + 6.$$

2. Исследовать на устойчивость нулевое положение равновесия и определить его тип

$$\begin{cases} \dot{x} = (1 - x - 2y)^{-1} - 1, \\ \dot{y} = \cos x - \exp(2x - y). \end{cases}$$

3. Найти методом малого параметра два члена разложения

$$\ddot{x} + \big(4 + \mu(t + x^2)\big)x = 0, \quad x(0) = 0,\ \dot{x}(0) = 1, \quad 0 < \mu \ll 1.$$

4. Построить функцию Грина для краевой задачи

$$t\ddot{x} + \dot{x} = f(t); \qquad x(1) = 0, \quad x(t) \text{ ограничено при } t \to +\infty.$$

5. Построить фазовый портрет системы

$$\begin{cases} \dot{x} = 3y, \\ \dot{y} = 3x. \end{cases}$$

Вариант 6

1. Найти положения равновесия системы и исследовать их на устойчивость

$$\dot{x} = y - x + (y - x)^2, \quad \dot{y} = 0.$$

2. Исследовать на устойчивость нулевое положение равновесия и определить его тип

$$\begin{cases} \dot{x} = 2 - \sqrt[3]{8 - 6x + 3y}, \\ \dot{y} = 1 - \exp(2x + y). \end{cases}$$

3. Для решения уравнения

$$y' = \mu x + \sin y, \quad y(0) = 2\mu$$

найти $\left.\dfrac{\partial y}{\partial \mu}\right|_{\mu=0}$.

4. Построить функцию Грина для краевой задачи

$$\ddot{x} - x = f(t), \quad x(t) \text{ ограничено при } t \to \pm\infty.$$

5. Построить фазовый портрет системы

$$\begin{cases} \dot{x} = x + y, \\ \dot{y} = 3y - 2x. \end{cases}$$

Вариант 7

1. Найти положения равновесия и исследовать их на устойчивость

$$\dot{x} = \frac{x^2}{t^2+1}.$$

2. Исследовать на устойчивость нулевое положение равновесия и определить его тип

$$\begin{cases} \dot{x} = \sin(-2x+y), \\ \dot{y} = 2 - \sqrt[3]{8-6x-3y}. \end{cases}$$

3. Для решения уравнения

$$\ddot{x} - 2\dot{x} = \mu t x, \quad x(0) = 4,\ \dot{x}(0) = \mu^2 + 3\mu$$

найти $\left.\dfrac{\partial x}{\partial \mu}\right|_{\mu=0}$.

4. Построить функцию Грина для краевой задачи

$$\ddot{x} + 2\dot{x} - 3x = f(t), \qquad \dot{x}(0) = \dot{x}(1) = 0.$$

5. Построить фазовый портрет системы

$$\begin{cases} \dot{x} = y, \\ \dot{y} = 2x + y. \end{cases}$$

Вариант 8

1. Система $\dot{x} = Ax$ ($x \in \mathbb{R}^4$) имеет частное решение, у которого известны только две координаты: $x_1 = \sin t + 2\cos t$, $x_2 = \cos 2t$. Устойчиво ли нулевое решение?

2. Исследовать на устойчивость нулевое положение равновесия и определить его тип

$$\begin{cases} \dot{x} = 2.5xe^x - 3y + \sin x^2, \\ \dot{y} = 2x + ye^{-y^2/2} - y^4 \cos x. \end{cases}$$

3. Найти методом малого параметра два члена разложения

$$\ddot{x} = 2x - 2x^3, \quad x(0) = 1,\ \dot{x}(0) = \mu, \quad 0 < \mu \ll 1.$$

4. Построить функцию Грина для краевой задачи

$$\ddot{x} = f(t), \qquad x(0) = \dot{x}(1) = 0.$$

5. Построить фазовый портрет системы

$$\begin{cases} \dot{x} = -2x + y, \\ \dot{y} = -2x. \end{cases}$$

2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1.

1. Нормы векторов и матриц (основные определения). Эквивалентность векторных норм в конечномерном пространстве.
2. Матричная экспонента и ее свойства. Способы построения матричной экспоненты.
3. Найти общее решение системы x'=Ax, если

$$A=\begin{pmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 \\ 2 & -1 & 0 \end{pmatrix}.$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2.

1. Теорема существования и единственности решения начальной задачи Коши для скалярных дифференциальных уравнений первого порядка.
2. Общее решение линейной неоднородной системы. Принцип суперпозиции. Случай векторного квазиполинома.
3. Найти общее решение системы

$$\dot{x}=\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}x+\begin{pmatrix} 2\exp(t) \\ t+1 \end{pmatrix}.$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3.

1. Метрическое пространство. Принцип сжимающих отображений. Определите, при каких a и b является сжимающим оператор $A: R^2 \to R^2$, заданный матрицей

$$A=\begin{pmatrix} a & a \\ 0 & b \end{pmatrix}.$$

2. Интегрирование линейных скалярных уравнений первого порядка. Периодические решения линейных скалярных дифференциальных уравнений.
3. Найти общее решение уравнения

$$y''+3y=\sin(2x).$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4.

1. Линейные однородные уравнения n-го порядка с постоянными коэффициентами. Общее решение линейного однородного уравнения (запись общего решения в действительной форме). Пространство решений.
2. Теорема Арцела.
3. Найти общее решение системы

$$\dot{x}=\begin{pmatrix} 4 & 2 & -1 \\ -1 & 1 & 1 \\ -1 & -2 & 4 \end{pmatrix}x.$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5.

1. Интегрирование линейных неоднородных уравнений n-го порядка. Случай квазиполинома.
2. Решение линейных систем с помощью матричной экспоненты. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для линейных систем с постоянными коэффициентами.
3. Найти общее решение уравнения

$$y''' + 4y' = x\sin(2x) + x + 1$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6.

1. Интегрирование линейных неоднородных уравнений n-го порядка. Представление частного решения с помощью функции Коши. Метод вариации произвольных постоянных.
2. Теорема об оценке матричной экспоненты. Оцените норму матрицы $\| e^{At} \|$, если

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ -2 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & -2 \end{pmatrix}$$

3. Найти общее решение уравнения

$$y' = 2xy + xe^{x^2}\cos(2x)$$

и решение с начальным условием $y(0) = 0$.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7.

1. Линейные дифференциальные уравнения n-го порядка с постоянными коэффициентами. Дифференциальные операторы (определения и алгебраические операции). Однозначная разрешимость задачи Коши.
2. Метрическое пространство. Принцип сжимающих отображений.
3. При каких a уравнение

$$y'' + ay = \sin(2x)$$

имеет хотя бы одно периодическое решение.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8.

1. Однородные системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Пространство решений. Общее решение линейной однородной системы. Переход к действительному базису в пространстве решений.
2. Нормы векторов и матриц (основные определения). Индуцированная матричная нормы (примеры и доказательства формул).
3. Представьте общее решение следующей линейной системы с помощью матричной экспоненты:

$$\dot{x} = \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ 2 & -1 \end{pmatrix} x$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9.

1. Интегрирование линейных скалярных уравнений первого порядка. Периодические решения линейных скалярных дифференциальных уравнений.
2. Матричная экспонента и ее свойства. Вычислите e^{tA}, если
$$A = \begin{pmatrix} -2 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & -2 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & -2 \end{pmatrix}$$
3. Найти общее решение
$$\begin{cases} x' = x - y + \dfrac{1+2t}{\sqrt{t}}, \\ y' = -x + y + \dfrac{2-2t}{\sqrt{t}}. \end{cases}$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10.

1. Скалярные дифференциальные уравнения первого порядка. Существование и единственность решения задачи Коши.
2. Линейные однородные уравнения n-го порядка с постоянными коэффициентами. Общее решение линейного однородного уравнения.
3. Найти общее решение
$$y'' + y = \frac{4x^2+3}{4\sqrt{x}}.$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11.

1. Теорема Арцела.
2. Матричная экспонента и ее свойства. Способы построения матричной экспоненты.
3. Найти общее решение
$$\dot{x} = \begin{pmatrix} 5 & -1 & 5 \\ 0 & 2 & -3 \\ 0 & 3 & 2 \end{pmatrix} x$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12.

1. Линейные неоднородные уравнения n-го порядка с постоянными коэффициентами. Принцип суперпозиции. Случай квазиполинома.
2. Теорема об оценке матричной экспоненты. Оцените норму матрицы $\| e^{At} \|$, если
$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ -2 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & -2 \end{pmatrix}.$$
3. При каких значениях параметров следующая система имеет периодические решения:
$$\begin{cases} x' = x + y + a\cos t, \\ y' = -2x - y - a\cos t + b\sin t. \end{cases}$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13.

1. Нормы векторов и матриц (основные определения). Эквивалентность векторных норм в конечномерном пространстве.
2. Линейные дифференциальные уравнения n-го порядка с постоянными коэффициентами. Дифференциальные операторы (определения и алгебраические операции). Однозначная разрешимость задачи Коши.
3. Найти общее решение системы

$$\dot{x} = \begin{pmatrix} -1 & 1 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 3 & 3 & -5 \end{pmatrix} x.$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14.

1. Скалярные дифференциальные уравнения первого порядка. Существование и единственность решения задачи Коши.
2. Решение линейных систем с помощью матричной экспоненты. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для линейных систем.
3. Найти общее решение системы

$$\begin{cases} x' = x - y + t + 1, \\ y' = -x + y + t^2. \end{cases}$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15.

1. Однородные системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Пространство решений. Общее решение линейной однородной системы. Переход к действительному базису в пространстве решений.
2. Матричная экспонента и ее свойства. Вычислите e^{tA}, если

$$A = \begin{pmatrix} 2 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}$$

3. Найти общее решение

$$y'' + y = \frac{4x^2 + 3}{4\sqrt{x}}.$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 16.

1. Общее решение линейной неоднородной системы. Метод вариации произвольных постоянных.
2. Интегрирование линейных скалярных уравнений первого порядка. Периодические решения линейных скалярных дифференциальных уравнений.
3. При каких a и b хотя бы одно ненулевое решение уравнения

$$y'' + ay' + by = 0$$

стремится к нулю при $x \to +\infty$.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 17.

1. Скалярные дифференциальные уравнения первого порядка. Существование и единственность решения задачи Коши.
2. Дайте определение фундаментальной матрицы линейной системы и найдите ее для следующей системы:
$$\dot{x} = \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ 2 & -1 \end{pmatrix} x$$
3. Найти общее решение уравнения
$$y' = 2xy + xe^{x^2}\cos(2x)$$
и решение с начальными условиями $y(0) = 0.$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 18.

1. Теоремы Ляпунова и Флоке. Общее решение линейной однородной системы с периодическими коэффициентами.
2. Приведите формулу Остроградского-Лиувилля и, зная, что уравнение $y'' + \frac{1}{x}y' - \frac{1}{x^2}y = 0$ имеет решение $y_1(x) = x$ найдите второе решение уравнения, линейно независимое с данным.
3. При каких а уравнение
$$y'' + ay = \sin(2x)$$
имеет хотя бы одно периодическое решение.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 19.

1. Фундаментальная матрица линейной системы. Решение неоднородных систем линейных дифференциальных уравнений методом вариации произвольной постоянной. Пусть $K(t,\tau)$ – матрицант линейной системы $\dot{x} = A(t)x$, Найти $\frac{\partial K(t,\tau)}{\partial \tau}$ через $A(t)$ и $K(t,\tau)$
2. Сформулируйте теорему об оценке матричной экспоненты и оцените норму матрицы $\| e^{At} \|$, если
$$A = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 \\ 2 & -1 & 0 \end{pmatrix}.$$
3. При каких a и b хотя бы одно ненулевое решение уравнения
$$y'' + ay' + by = 0$$
стремится к нулю при $x \to +\infty$.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 20.

1. Определитель Вронского и его свойства. Линейная зависимость и независимость функций.
2. Линейные уравнения первого порядка.
3. При каких значениях параметров задача имеет периодические решения

$$\begin{cases} x' = -x - 2y - 2a\cos t, \\ y' = x + y + b(\sin t - \cos t). \end{cases}$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 21.

1. Формула Остроградского-Лиувилля.
2. Однородные системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.
3. Найти общее решение уравнения

$$(x^2 - 1)y'' + 4xy' + 2y = 6x,$$

если известно его решение: $y_1 = \dfrac{x^2 + x + 1}{x + 1}$.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 22.

1. Функции Ляпунова. Теорема об устойчивости.
   Используя, второй метод Ляпунова, исследовать на устойчивость систему
   $$\begin{cases} x' = -3x - 2y \\ y' = 2x - 3y \end{cases},$$
2. Метод малого параметра. Общая схема применения метода и примеры. Найти два члена разложения
   $$y' = \exp(y - x) + \mu y, \quad y(0) = -\mu.$$
3. Построить функцию Грина краевой задачи
   $$y'' + y' = f(x), \quad y(0) = y(1) = 0.$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 23.

1. Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению.
   Исследовать на устойчивость нулевое решение системы:
   $$\begin{cases} x' = (1 + x - 2y)^{-1} - 1 \\ y' = \cos x - \mathrm{e}^{2x - y} \end{cases},$$
2. Матрица монодромии, мультипликаторы. Найти матрицу монодромии и мультипликаторы для системы
   $$\dot{x} = \begin{pmatrix} \sin^2 t & 0 \\ 0 & 1 + \cos 2t \end{pmatrix} x.$$
3. Определить при каких a и b устойчивы решения уравнения
   $$y^{IV} + 3y''' + ay'' + by' + 4y = 0.$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 24.

1. Второй метод Ляпунова. Теорема Ляпунова об асимптотической устойчивости. Используя второй метод Ляпунова, исследовать на устойчивость систему
$$\begin{cases} x' = -4x - y \\ y' = 2x - y \end{cases}.$$
2. Фазовый портрет линейной системы на плоскости. Построить фазовый портрет системы $x' = \begin{pmatrix} 3 & -2 \\ 4 & -3 \end{pmatrix} x.$
3. Найти два члена разложения 2π-периодического решения уравнения
$$y'' + 3y + y^3 = 2\mu \cos t.$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 25.

1. Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению. Исследовать на устойчивость нулевое решение системы: $\begin{cases} x' = 2.5xe^x - 3y + \sin x^2 \\ y' = 2x + ye^{-y^2/2} - y^4 \cos x \end{cases}.$
2. Какие фазовые портреты может иметь система $x' = \begin{pmatrix} a & -2 \\ 4 & -a \end{pmatrix} x$ для различных значений *a.*
3. Построить функцию Четаева и доказать неустойчивость
$$\begin{aligned} \dot{x} &= 2x - y \\ \dot{y} &= 3x - 2y \end{aligned}.$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 26.

1. Устойчивость решений систем линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Используя, второй метод Ляпунова, исследовать на устойчивость систему $\begin{cases} x' = -2x - 3y \\ y' = x - y \end{cases},$
2. Неоднородные краевые задачи. Функция Грина. Найти решение уравнения
$$y'' + y = \delta(x - 0.5), \;\; y(0) = y(1) = 0.$$
3. Найти три члена разложения
$$y'' + 4xy^3 = 0, \;\; y(0) = \mu, y'(0) = 0.$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 27.

1. Линейные двумерные автономные системы. Фазовая плоскость. Классификация особых точек. Какие фазовые портреты может иметь система $x' = \begin{pmatrix} 1 & b \\ -b & 1 \end{pmatrix} x$ для различных значений *b*.
2. Функции Ляпунова. Теоремы Ляпунова об устойчивости. Используя, второй метод Ляпунова, исследовать на устойчивость систему
$$\begin{cases} x' = -2x - y \\ y' = x - 2y \end{cases}$$
3. Найти собственные функции и собственные значения
$$(xy')' + \lambda \frac{y}{x} = 0, \quad y(1) = 0, y(2) = 0.$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 28.

1. Неоднородные краевые задачи. Функция Грина. Найти функцию Грина краевой задачи
$$\ddot{u} + 4u = f(x), \; u(0) = u(1) = 0 .$$
2. Траектории в окрестности точки покоя. Типы точек покоя. Определить при каких значениях параметра *a* нулевое решения системы негрубое $x' = \begin{pmatrix} a & 2 \\ 2a & 1 \end{pmatrix} x.$
3. При каких значениях *a* устойчиво нулевое решение системы
$$\begin{aligned} \dot{x} &= \sin(ax + y) + y \\ \dot{y} &= x + ay + 1 - \cos(x + ay) \end{aligned},$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 29.

1. Метод малого параметра. Общая схема применения метода и примеры. Найти три члена разложения
$$xy' = \mu x^2 + \ln y, \; y(1) = 1.$$
2. Построение функции Ляпунова для линейных систем. Построить функцию Ляпунова для системы $\begin{cases} \dot{x} = -3x - y \\ \dot{y} = 2x - y \end{cases}.$
3. Найти собственные функции и собственные значения
$$(xy')' + \lambda \frac{y}{x} = 0, \; y'(1) = 0, y'(2) = 0.$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 30.

1. Устойчивость. Определения, геометрический смысл понятия устойчивости. Исходя из определения, доказать неустойчивость нулевого решения системы $x' = \begin{pmatrix} 1 & -2 \\ 2 & 1 \end{pmatrix} x.$
2. Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению. При каких a устойчиво нулевое состояние равновесия
$$x' = \begin{pmatrix} -1 & -1 \\ 3 & -2 \end{pmatrix} x + \begin{pmatrix} ax_1^2 \sin 2t \\ (a^2-4)e^{at} x_1^2 x_2^2 \end{pmatrix}.$$
3. Найти три члена разложения
$$xy' = \mu x^2 + \ln y, \quad y(1) = 1.$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 31.

1. Линейные двумерные автономные системы. Фазовая плоскость. Классификация особых точек. Построить фазовый портрет системы
$$\begin{cases} x' = -2x - y \\ y' = 3x - y \end{cases}.$$
2. Устойчивость. Определения, геометрический смысл понятия устойчивости. Исходя из определения, доказать неустойчивость нулевого решения системы $x' = \begin{pmatrix} 3 & -2 \\ 4 & -1 \end{pmatrix} x.$
3. Найти два члена разложения 2π-периодического решения
$$y'' + 3y + y^2 = 2\mu \sin t.$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 32.

1. Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению. Исследовать на устойчивость нулевое решение системы: $\begin{cases} x' = 2.5xe^x - 3y + \sin x^2 \\ y' = 2x + ye^{-y^2/2} - y^4 \cos x \end{cases}.$
2. Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению. При каких a устойчиво нулевое состояние равновесия
$$x' = \begin{pmatrix} -1 & -1 \\ 3 & -2 \end{pmatrix} x + \begin{pmatrix} ax_1^2 \sin 2t \\ (a^2-4)(at+1)x_2^2 \end{pmatrix}.$$
3. Найти методом малого параметра два-три члена разложения
$$\dot{x} = \mu t x^3 - x^2, \quad x(1) = 1 + \mu.$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 33.

1. Неоднородные краевые задачи. Функция Грина. Найти функцию Грина краевой задачи
$$\ddot{u} + 2\dot{u} - 3u = f(x),\ \dot{u}(0) = \dot{u}(1) = 0.$$
2. Критерий Рауса - Гурвица. Найти значения *a, b* при которых устойчиво решение уравнения
$$y^{V} + ay^{IV} + 2y''' + by'' + 2y' + y = 0.$$
3. Построить функцию Ляпунова и доказать устойчивость системы
$$\begin{aligned} \dot{x} &= -4x - y \\ \dot{y} &= x - 2y \end{aligned}.$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 34.

1. Линейные двумерные автономные системы. Фазовая плоскость. Классификация особых точек. Какие фазовые портреты может иметь система $x' = \begin{pmatrix} 1 & -2 \\ a & -2a \end{pmatrix} x$ для различных значений *a.*
2. Построение функции Ляпунова для линейных систем на примере системы $x' = \begin{pmatrix} -4 & -3 \\ 2 & 1 \end{pmatrix} x.$
3. При каких *a, b* устойчиво нулевое решение системы
$$\begin{aligned} \dot{x} &= (2+a)x - y + x^2 \sin 2t \\ \dot{y} &= 5x - 2y + y^3 e^{(b+2)t} \end{aligned}.$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 35.

1. Линейные дифференциальные уравнения с периодическими коэффициентами. Матрица монодромии, мультипликаторы. Найти матрицу монодромии и мультипликаторы для системы
$$\dot{x} = \begin{pmatrix} -\sin^2 t & 0 \\ 0 & -1 + \cos 2t \end{pmatrix} x.$$
2. Доказать, что устойчивость нулевого решения линейной системы влечет устойчивость любого ее решения.
3. Начертить фазовые траектории и интегральные кривые уравнения
$$y' = y(y-1)(y+1)^2.$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 36.

1. Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению. При каких a устойчиво нулевое состояние равновесия
$$x' = \begin{pmatrix} -1 & -1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} x + \begin{pmatrix} ax_1^2 \sin 2t \\ (a^2-4)e^{-at}x_2^3 \end{pmatrix}.$$
2. Доказать, что асимптотическая устойчивость нулевого решения линейной системы влечет асимптотическую устойчивость любого ее решения.
3. Доказать, неустойчивость решения $x = \cos t, y = 2\sin t$ системы
$$\begin{aligned} \dot{x} &= \ln(x + 2\sin^2(t/2)) - y/2 \\ \dot{y} &= (4 - x^2)\cos t - 2x\sin^2 t - \cos^3 t \end{aligned}.$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 37.

1. Матрица монодромии, мультипликаторы. Найти матрицу монодромии и мультипликаторы для системы
$$\dot{x} = \begin{pmatrix} \sin^2 t & 0 \\ 0 & 1 + \cos 2t \end{pmatrix} x.$$
2. Второй метод Ляпунова, теорема об асимптотической устойчивости.
Исследовать на устойчивость нулевое решение системы:
$$\begin{cases} x' = \sin(-2x + y) \\ y' = 2 - \sqrt[3]{8 - 6x + 3y} \end{cases}$$
3. Исходя из определения устойчивости доказать устойчивость решений системы
$$\begin{cases} \dot{x} = -2x - y \\ \dot{y} = x - 2y \end{cases}.$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 38.

1. Неоднородные краевые задачи. Функция Грина. Найти функцию Грина краевой задачи
$$\ddot{u} + \dot{u} = f(x),\ u(0) + \dot{u}(0) = \dot{u}(1) = 0$$
2. Частотный критерий Михайлова. При каких a и b нулевое решение уравнения асимптотически устойчиво
$$y^{IV} + 2y''' + 4y'' + ay' + by = 0.$$
3. Найти два члена разложения 2π-периодического решения
$$y'' + y^2 = 1 + \mu \sin t.$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 39.

1. Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению. Исследовать на устойчивость нулевое решение системы:
$$\begin{cases} x' = tg(-2x+y) \\ y' = 1-\sqrt[3]{1-x+y} \end{cases}$$
2. Устойчивость. Определения, геометрический смысл понятия устойчивости. Исходя из определения устойчивости доказать устойчивость нулевого решения системы
$$\dot{x} = \begin{pmatrix} -2 & 1 \\ -1 & -2 \end{pmatrix} x.$$
3. Начертить траектории и исследовать особые точки
$$\begin{aligned} \dot{x} &= 2x + y^2 - 1 \\ \dot{y} &= 6x - y^2 + 1 \end{aligned}.$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 40.

1. Неоднородные краевые задачи. Функция Грина. Найти собственные функции и собственные значения для краевой задачи
$$y'' + \lambda y = 0, \quad y'(0) + y(0) = 0, \quad y'(1) + y(1) = 0.$$
2. Траектории в окрестности точки покоя. Типы точек покоя. Фазовый портрет линейной системы на плоскости. При каких *a, b* фазовым портретом системы $\dot{x} = \begin{pmatrix} 2a & 3 \\ b & b+1 \end{pmatrix} x,$ является фокус?
3. При каких *a* и *b* нулевое решение уравнения асимптотически устойчиво
$$y^{IV} + 2y''' + 4y'' + ay' + by = 0.$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 41.

1. Функции Ляпунова. Теоремы Ляпунова об асимптотической устойчивости. Доказать, устойчивость нулевого решения системы
$$\begin{aligned} \dot{x} &= \sin(-x+2y) + y^2 \cos t \\ \dot{y} &= 1 + \cos y \cos t - \exp(2x+y) - \cos t \end{aligned}.$$
2. Найти два члена разложения π-периодического решения
$$y'' + \sin y = \mu \sin 2t.$$
3. Начертить траектории и исследовать особые точки
$$\begin{aligned} \dot{x} &= 2x + y^2 - 1 \\ \dot{y} &= 6x - y^2 + 1 \end{aligned},$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 42.

1. Функции Ляпунова. Теоремы Ляпунова об асимптотической устойчивости. Исследовать на устойчивость нулевое решение системы:
$$\begin{cases} x' = (1 + x - 2y)^{-1} - 1 \\ y' = \cos x - \mathrm{e}^{2x-y} \end{cases},$$
2. Линейные дифференциальные уравнения с периодическими коэффициентами. Матрица монодромии, мультипликаторы. Найти матрицу монодромии и мультипликаторы системы
$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2\sin^2 t & 0 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}.$$
3. Доказать устойчивость решения $x = -t^2, y = t$ системы
$$\begin{aligned} \dot{x} &= y^2 - 2ty - 2y - x \\ \dot{y} &= 2x + 2t^2 + \exp(2t - 2y) \end{aligned}.$$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 43.

1. Неоднородные краевые задачи. Функция Грина. Построить функцию Грина краевой задачи
$$(xy')' - \frac{y}{x} = f(x), \quad y(1) = 0, y'(2) = 0.$$
2. Построение функции Ляпунова для линейных систем. Построить функцию Ляпунова для системы $x' = \begin{pmatrix} -5 & -2 \\ 5 & 1 \end{pmatrix} x$
3. Найти два члена разложения в ряд по μ
$$y'' - y' = (y+1)^2 - \mu y^2, \quad y(0) = 0.5, y'(0) = -1.$$

Критерии оценивания ответов на вопросы билета

Критерий	**Пороговый уровень (на «удовлетворительно»)**	**Продвинутый уровень (на «хорошо»)**	**Высокий уровень (на «отлично»)**
Соответствие ответа вопросу	Хотя бы частичное (*не относящееся к вопросу не подлежит проверке*)	Полное	Полное
Полнота ответа	Вопрос билета раскрыт на 50 и более %	Ответ почти полный, без ошибок, не хватает отдельных элементов и тонкостей	Ответ полный и без ошибок
Наличие примеров	Имеются отдельные примеры	Много примеров	Есть практически ко всем утверждениям

Критерий	Пороговый уровень (на «удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (на «хорошо»)	Высокий уровень (на «отлично»)
Леммы и теоремы	Допускается не более 3-х ошибок в формулировках на материале 1 вопроса. Часть лемм и теорем доказаны.	Приведены в полной строгой формулировке и большинство – доказаны.	Приведены в полной строгой формулировке и доказаны.
Метод доказательства	Любой корректный, приводящий к правильному результату	Выбран наилучший метод	Выбран наилучший метод, указаны причины выбора

3. Описание процедуры выставления оценки

В зависимости от уровня сформированности каждой компетенции по окончании освоения дисциплины студенту выставляется оценка. Вид оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно») определяется рабочей программой дисциплины в соответствии с учебным планом.

Уровень сформированности компетенции оценивается как средний по совокупности параметров, в роли которых выступают оценки за: задания для самостоятельной работы, контрольные работы и ответы на вопросы билета (и решение экзаменационных задач) в соответствии с критериями, приведёнными в п. 1 и 2.

Оценка «отлично» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована на высоком уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на продвинутом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

Приложение №2 к рабочей программе дисциплины
«Дифференциальные уравнения»

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Дифференциальные» являются лекции. Это связано с тем, что в основе численных методов лежит серьезный математический аппарат, требующий детального разбора. По всем темам предусмотрены практические занятия, на которых студенты отрабатывают навыки решения практических задач.

Экзамен принимается по экзаменационным билетам, каждый из которых включает в себя три вопроса. На итоговую оценку также влияют результаты выполнения контрольных работ №1-3. На самостоятельную подготовку к экзамену выделяется 3 дня, во время подготовки к экзамену предусмотрена групповая консультация.

Оценка выставляется в зависимости от уровня сформированности компетенции, обеспечиваемой дисциплиной. Уровень сформированности компетенции оценивается как средний по совокупности параметров, в роли которых выступают оценки за: задания для самостоятельной работы, контрольные работы и ответы на вопросы билета (и решение экзаменационных задач) в соответствии с критериями, приведёнными в рабочей программе.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

В качестве учебно-методического обеспечения рекомендуется использовать литературу, указанную в рабочей программе, и электронно-библиотечные системы, подписка на которые предоставлена через ЯрГУ, список и инструкцию по использованию которых можно найти по адресу: http://www.lib.uniyar.ac.ru/content/resource/net_res(1).php .

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

1. Личный кабинет (http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php) дает возможность получения online доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ (http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/паролю.

3. Электронная картотека «Книгообеспеченность» (http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.