

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
Системного анализа и управления
наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины

В.Г. Курбатов

подпись, расшифровка подписи

3.04.2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.07

Компьютерные и математические модели управления динамическими системами

Код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

1. Код и наименование специальности:

01.03.02 прикладная математика и информатика

2. Профиль специализации: *Динамические системы и управление*

3. Квалификация выпускника: *бакалавр*

4. Форма обучения: *очная*

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: *кафедра системного анализа и управления*

6. Составители программы: *(ФИО, ученая степень, ученое звание)*

Курбатов В. Г., д. ф.-м.н.

7. Рекомендована: *Научно-методическим советом факультета прикладной математики, информатики и механики (Протокол № 7 от 20.03.2026)*

отметки о продлении вносятся вручную)

8. Учебный год: 2026/27

Семестр: 7

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- изучение современных методов исследования и моделирования динамических систем и управления техническими процессами;
- умение находить способы стабилизации динамических систем и их реализация компьютерными средствами.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение студентами основных положений системного подхода к анализу динамических систем как объектов моделирования;
- освоение студентами способов описания работы динамических систем в терминах импульсной и переходной характеристик и передаточной функции;
- приобретение навыков работы с преобразованием Лапласа;
- знакомство с использованием функционального исчисления для моделирования динамических систем;
- приобретение навыков проверки управляемости и наблюдаемости, а также выделения управляемой и наблюдаемой частей динамической системы;
- обучение методам стабилизации управляемых процессов;
- формирование практических навыков разработки и реализации математических методов управления и оптимизации.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Учебная дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. От студентов требуется знание курсов «Алгебры» и «Математического анализа, «Дифференциальных уравнений» и «Методов вычислений», а также наличие навыков в программировании.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-4	Способен использовать современные математические и компьютерные методы в задачах анализа динамических систем, оптимизации и оптимального управления	ПК-4.1	Использует современные технологии и пакеты прикладных программ для решения задач анализа динамических систем, оптимизации и оптимального управления	Знать: знание основ теории Уметь: умение решать типовые задачи, применять методы и идеи дисциплины Владеть: навыками применения полученных знаний в учебной и научной деятельности
		ПК-4.2	Находит способы стабилизации управляемых процессов	Знать: знание основ теории Уметь: умение формализовывать типовые задачи, выбирать методы их решения Владеть: навыками формализации в учебной и научной деятельности
		ПК-4.3	Правильно выбирает алгоритм и средства его реализации при решении задач управления и оптимизации	Знать: знание основ теории Уметь: умение формализовывать типовые задачи, выбирать методы их решения Владеть: навыками формализации в учебной и научной деятельности

ПК-5	Способен разрабатывать и адаптировать алгоритмические и программные решения для задач анализа динамических систем, оптимизации и оптимального управления	ПК-5.3	Разрабатывает и реализует математические методы управления и оптимизации	<p>Знать: знание основ теории</p> <p>Уметь: умение формализовывать типовые задачи, выбирать методы их решения</p> <p>Владеть: навыками формализации в учебной и научной деятельности</p>
------	--	--------	--	--

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. (в соответствии с учебным планом) — 3/108.

Форма промежуточной аттестации экзамен.

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		7		...
Аудиторные занятия	48	48		
в том числе:	лекции	32	32	
	практические			
	лабораторные	16	16	
Самостоятельная работа	24	24		
в том числе: курсовая работа (проект)				
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – 36_час.)	36	36		
Итого:	108	108		

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
1. Лекции			
1.1	Системный анализ в целом	Понятие о системах и системном. Определение системы. Цель как основа функционирования. Понятие математической. Понятие о принятии решений.	КММУ ДС https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31918
1.2	Линейные динамические системы	Определение динамической системы. Линейные стационарные непрерывные динамические системы. Представление зависимости выхода от входа. Понятие о δ -функции Дирака. Импульсная и переходная характеристики. Передаточная функция. Замена переменных в фазовом пространстве динамической системы.	КММУ ДС https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31918
1.3	Функциональное исчисление	Функциональное исчисление. Функции от блочно-треугольных матриц. Экспонента с матричным показателем. Спектральные проекторы. Представление Жор-	КММУ ДС https://edu.vsu.ru/course/v

		дана–Данфорда.	iew.php?id=31918
1.4	Достижимость и управляемость	Достижимость. Управляемость. Наблюдаемость. Принцип двойственности.	КММУ ДС https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31918
1.5	Стабилизация	Сопровождающая матрица. Устойчивость. Обратная связь и стабилизация. Восстановление начального состояния по результатам наблюдений. Система асимптотической оценки фазового состояния. Стабилизация по выходу.	КММУ ДС https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31918
1.6	Преобразование Лапласа и передаточные функции	Определение преобразования Лапласа. Изображение свертки и оригинал изображения. Обращение преобразования Лапласа. Дифференцирование оригинала. Таблица преобразования Лапласа.	КММУ ДС https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31918
2. Практические занятия			
2.1	Системный анализ в целом	Понятие о системах и системном. Определение системы. Цель как основа функционирования. Понятие математической. Понятие о принятии решений.	КММУ ДС https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31918
2.2	Линейные динамические системы	Определение динамической системы. Линейные стационарные непрерывные динамические системы. Представление зависимости выхода от входа. Понятие о δ -функции Дирака. Импульсная и переходная характеристики. Передаточная функция. Замена переменных в фазовом пространстве динамической системы.	КММУ ДС https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31918
2.3	Функциональное исчисление	Функциональное исчисление. Функции от блочно-треугольных матриц. Экспонента с матричным показателем. Спектральные проекторы. Представление Жордана–Данфорда.	КММУ ДС https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31918
2.4	Достижимость и управляемость	Достижимость. Управляемость. Наблюдаемость. Принцип двойственности.	КММУ ДС https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31918
2.5	Стабилизация	Сопровождающая матрица. Устойчивость. Обратная связь и стабилизация. Восстановление начального состояния по результатам наблюдений. Система асимптотической оценки фазового состояния. Стабилизация по выходу.	КММУ ДС https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31918
2.6	Преобразование Лапласа и передаточные функции	Определение преобразования Лапласа. Изображение свертки и оригинал изображения. Обращение преобразования Лапласа. Дифференцирование оригинала. Таблица преобразования Лапласа.	КММУ ДС https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31918

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Системный анализ в целом	2	1		4	7
2	Линейные динамические системы	6	3		4	13
3	Функциональное исчисление	6	3		4	13
4	Достижимость и управляемость	6	3		4	13

5	Стабилизация	6	3	4	13
6	Преобразование Лапласа и передаточные функции	6	3	4	13
7	Подготовка к экзамену	0	0	0	36
	Итого:	32	16	24	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Курс предполагает отведение большого числа разделов на самостоятельную работу студентов. Приведенные источники позволяют в полной мере самостоятельно изучить студентами данные разделы.

Материал по каждой теме излагается последовательно с использованием ранее введенных определений, обозначений и доказательств. Необходима постоянная самостоятельная проработка и усвоение изложенного на занятиях материала.

Желателен просмотр материала по данной учебной дисциплине с опережением лекций с использованием рекомендуемой в данной учебной программе литературы.

Приветствуются вопросы студентов по теме учебной дисциплины и смежным вопросам в ходе аудиторных занятий.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей по работе на LMS-платформе, своевременно подключаться к online-занятиям, соблюдать рекомендации по организации самостоятельной работы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	<i>Поляк, Б. Т. Математическая теория автоматического управления / Б. Т. Поляк, М. В. Хлебников, Л. Б. Рапопорт. – Москва : ЛЕНАНД, 2024. – 504 с. – ISBN 978-5-9710-1234-5</i>
2	<i>Курбатов, В. Г. Пакет “Математика” в задачах математической и теоретической физики : учебное пособие / В. Г. Курбатов, В. Е. Чернов. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2025. – 292 с. – ISBN: 978-5-9273-4231-0.</i>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	<i>Курбатов, В. Г. Вычислительные методы спектральной теории : учебное пособие / В. Г. Курбатов, И. В. Курбатова. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2022. – 326 с. – ISBN: 978-5-9273-3384-4.</i>
2	<i>Алюшин, В. М. Методы оптимального управления : учебное пособие / В. М. Алюшин, Л. В. Колобашкина. – М. : НИЯУ МИФИ, 2020. – 176 с. – ISBN: 978-5-7262-2695-8.</i>
3	<i>Эпштейн, Г. Л. Теория оптимального управления : учебное пособие / Г. Л. Эпштейн, А. П. Иванова. – Москва : РУТ (МИИТ), 2020. – 128 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/175959</i>
4	<i>Курбатов, В. Г. Основы спектральной теории / В. Г. Курбатов, И. В. Курбатова. – Воронеж : Научная книга, 2015. – 122 с.</i>

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
1.	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – Режим доступа: http://www.lib.vsu.ru
2.	КММУ ДС https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31918
3.	Электронная библиотека технического ВУЗа «Консультант студента» (доступ осуществляется по адресу: https://www.studmedlib.ru);
4.	Электронно-библиотечная система «Лань» (доступ осуществляется по адресу: https://e.lanbook.com/).

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
-------	----------

1	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – Режим доступа: http://www.ru/lib.vsu.ru
2	КММУ ДС https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31918

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Для организации занятий рекомендован онлайн-курс КММУ ДС/ В.Г. Курбатов — Образовательный портал «Электронный университет ВГУ». — Режим доступа: КММУ ДС <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31918>

а также Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в.5.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Учебная аудитория для проведения лекций: большая меловая доска, специализированная мебель, компьютер (ноутбук), допускается использование переносного оборудования. ОС Windows 8 (10), интернет-браузер (Google Chrome, Mozilla Firefox) для доступа в Moodle.

Лаборатория для лабораторных занятий, организации самостоятельной работы, проведения текущей и промежуточной аттестаций: специализированная мебель, компьютер преподавателя для доступа в Moodle.

Программное обеспечение:

ОС Windows 8 (10), интернет-браузер (Google Chrome, Mozilla Firefox) для доступа в Moodle.

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Раздел 1. Системный анализ в целом Раздел 2 Линейные динамические системы Раздел 3. Функциональное исчисление Раздел 4. Достижимость и управляемость Раздел 5. Стабилизация Раздел 6. Преобразование Лапласа и передаточные функции	ПК-4, ПК-5	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-5.3.	Экзамен
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен				Перечень вопросов см. ниже.

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Задания для лабораторных работ приведены в учебном пособии КММУ ДС
<https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=31918>

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: экзамен.

Перечень вопросов к экзамену

1. Понятие о системах и системном анализе.
2. Определение системы.
3. Цель как основа функционирования системы. Понятие математической модели. Понятие о принятии решений.
4. Функциональное исчисление.
5. Функции от блочно-треугольных матриц.
6. Экспонента с матричным показателем.
7. Спектральные проекторы.
8. Представление Жордана–Данфорда.
9. Определение динамической системы.
10. Линейные стационарные непрерывные динамические системы.
11. Представление зависимости y от u .
12. Понятие о δ -функции Дирака.
13. Импульсная и переходная характеристики.
14. Передаточная функция.
15. Замена переменных в фазовом пространстве динамической системы.
16. Достижимость.
17. Управляемость.
18. Наблюдаемость.
19. Принцип двойственности.
20. Сопровождающая матрица.
21. Устойчивость.
22. Обратная связь и стабилизация.

23. Восстановление начального состояния по результатам наблюдений.

24. Система асимптотической оценки фазового состояния.

25. Стабилизация по выходу.

26. Определение преобразования Лапласа.

27. Изображение свертки и оригинал изображения.

28. Обращение преобразования Лапласа.

Образец билета к экзамену

1. Формула, выражающая зависимость y от u для динамической системы.

2. Используя команду Convolve, посчитайте свертки следующих пар функций: e^{-t} и δ ; $\eta(t)$ и функции $\sin t$.

Описание технологии проведения экзамена

Средство промежуточного контроля усвоения разделов дисциплины, организованное в виде собеседования преподавателя и обучающегося. Допускается выставление отличной оценки без собеседования при условии посещения всех занятий, самостоятельного выполнения всех лабораторных работ и активного участия в обсуждении теории на занятиях.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Оценка «отлично» выставляется за глубокое знание предусмотренного программой материала, содержащегося в основных и дополнительных рекомендованных литературных источниках, за умение четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы, за умение анализировать изучаемые явления в их взаимосвязи и диалектическом развитии, применять теоретические положения при решении практических задач; обучающийся подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных программой.

Оценка «хорошо» выставляется за твердое знание основного (программного) материала, включая компьютерные расчеты (при необходимости), за грамотные, без существенных неточностей ответы на поставленные вопросы, за умение применять теоретические положения для решения практических задач; обучающийся демонстрирует хороший уровень освоения материала и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за общее знание только основного материала, за ответы, содержащие неточности или слабо аргументированные, с нарушением последовательности изложения материала, за слабое применение теоретических положений при решении практических задач; обучающийся подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой на минимально допустимом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за незнание значительной части программного материала, за неумение решать компьютерные задачи, за существенные ошибки в ответах на вопросы, за неумение ориентироваться в расчетах, за незнание основных понятий дисциплины; отсутствие подтверждения освоения компетенций, предусмотренных программой.

20.3 Фонд оценочных средств сформированности компетенций студентов, рекомендуемый для проведения диагностических работ

Вопросы с вариантами ответов

1. Что такое система?

- a) Совокупность элементов, объединённых в нашем сознании в единое целое.
- b) Произвольная совокупность объектов, обозначенная фигурными скобками.
- c) Системой называют множество элементов (частей) и связей между ними, которые мы мыслим как единое целое.
- d) Системой называют набор экономических связей.

2. Что такое цель?

- a) Цель — заранее мыслимый результат сознательной деятельности человека.
- b) Цель – то, к чему приходят в результате какой-либо деятельности.
- c) Результат выполнения задачи.
- d) Окончание работы.

3. Что такое модель?

- a) Объект, который воспроизводит интересующие нас свойства и характеристики оригинала.
- b) Объект, который воплощен в виде реального устройства.
- c) Объект, который похож на исходный, но гораздо дешевле его.
- d) Объект, который мы сделали своими руками.

4. Что такое динамическая система?

- a) Устройство или правило, преобразующее входной сигнал в выходной сигнал.
- b) То, что изучает системный анализ.
- c) Процесс, происходящий во времени.
- d) Явление, которое может меняться.

5. Что такое функция Дирака?

- a) Предельное состояние, описываемое специальной последовательностью функций δ_n , отличных от нуля в маленькой окрестности нуля.
- b) Функция, которую придумал Дирак.
- c) Функция, используемая в системном анализе.
- d) Специальная бесконечно дифференцируемая функция.

6. Что такое импульсная характеристика?

- a) Выход системы при условии, что вход является функция Дирака.
- b) Выход системы при условии, что вход является функция Хевисайда.
- c) Свертка двух импульсов.
- d) Характеристический импульс.

7. Что такое переходная характеристика?

- a) Выход системы при условии, что вход является функция Дирака.
- b) Выход системы при условии, что вход является функция Хевисайда.
- c) Свертка двух импульсов.
- d) Характеристический переход.

8. Всегда ли выполнима замена переменных в фазовом пространстве динамической системы?

a) Да.

b) При условии, что фазовое пространство не содержит функций Дирака.

c) При условии, что матрица A системы является треугольной.

d) При условии, что число входов равно числу выходов.

Задания раздела 20.3 рекомендуются к использованию исключительно при проведении диагностических работ в случае чрезвычайных ситуаций типа эпидемии, связанных с переходом на удаленное обучение.