

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Дзержинский политехнический институт (филиал)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ А.М. Петровский

“ 05 ” _____ мая _____ 2022г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.26 Теория управления

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 01.03.04 Прикладная математика

Направленность: Математические и компьютерные методы для современных технологий

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2022

Выпускающая кафедра Автоматизация, энергетика, математика и информационные системы

Кафедра-разработчик Автоматизация, энергетика, математика и информационные системы

Объем дисциплины 144/4
часов/з.е

Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик: к.ф.-м.н., доцент Лобаев А.Н.

Дзержинск 2022

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РФ от 10 января 2018 года № 11 на основании учебного плана, принятого УС ДПИ НГТУ

протокол от 28.04.2022 № 8

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика РПД Автоматизация, энергетика, математика и информационные системы
протокол от 05.05.2022 № 6

Зав. кафедрой к.т.н, доцент _____ Л.Ю. Вадова
(подпись)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой Автоматизация, энергетика, математика и информационные системы
к.т.н, доцент _____ Л.Ю.Вадова
(подпись)

Начальник ОУМБО _____ И.В. Старикова
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в ОУМБО: 01.03.04 - 26

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| 1. Цели и задачи освоения дисциплины | 4 |
| 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы..... | 4 |
| 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) | 4 |
| 4. Структура и содержание дисциплины..... | 6 |
| 5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины..... | 10 |
| 6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины..... | 13 |
| 7. Информационное обеспечение дисциплины..... | 14 |
| 8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ..... | 15 |
| 9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине..... | 16 |
| 10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины..... | 17 |
| 11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины..... | 19 |

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель освоения дисциплины:

- изучение студентами **математического** аппарата, необходимого для применения **математических** методов в практической деятельности;
- формирование у студентов представления о **математическом** моделировании в **теории управления**, как об одной из важнейших областей современной науки;
- развитие навыков практического применения аппарата и реализовать изучаемые алгоритмы с помощью современных информационных технологий.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

Основной задачей освоения дисциплины является изучение теоретических основ и развитие практических навыков для решения конкретных задач в профессиональной деятельности.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина Теория управления включена в обязательный перечень дисциплин обязательной части образовательной программы вне зависимости от ее направленности (профиля). Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: Математический анализ, Физика, Классическая механика, Численные методы.

Дисциплина Теория управления является основополагающей для изучения дисциплины Математическое моделирование.

Рабочая программа дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся, по их личному заявлению.

Рабочая программа дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся, по их личному заявлению.

3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 1 – Формирование компетенции **ОПК-1** дисциплинами

| Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно | Семестры формирования компетенций дисциплинами | | | | | | | |
|---|--|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Код компетенции ОПК-1 | | | | | | | | |
| Линейная алгебра и аналитическая геометрия | | | | | | | | |
| Математический анализ | | | | | | | | |
| Физика | | | | | | | | |
| Дифференциальные уравнения | | | | | | | | |
| Операционное исчисление | | | | | | | | |
| Теория функций комплексного переменного | | | | | | | | |
| Классическая механика | | | | | | | | |
| Уравнения математической физики | | | | | | | | |
| Теория управления | | | | | | | | |
| Выполнение и защита выпускной квалификационной работы | | | | | | | | |

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине | | | Оценочные средства | |
|--|--|---|---|--|---|--|
| | | | | | Текущего контроля | Промежуточной аттестации |
| ОПК-1. Способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике | ИОПК-1.3. Выявляет естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, использует для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат и методы оптимального управления | Знать: информационные технологии и программные средства для решения задач математического моделирования; | Уметь: применять офисные программные средства в повседневной работе; выполнять поиск информации при проведении научных исследований; самостоятельно оценивать степень применимости освоенных методов и программных средств к решению конкретных задач профессиональной деятельности. | Владеть: способностью и готовностью к оценке степени применимости освоенных методов к решению поставленных задач; способностью использовать теоретические и практические навыки для решения конкретных задач профессиональной деятельности. | Выполнение 12 контрольных работ (по 10 вариантов в каждой контрольной работе) | Вопросы для устного собеседования: билеты (20 билетов) |

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед./144 часа, распределение часов по видам работ семестрам представлено в табл. 3.

Формат изучения дисциплины: с использованием элементов электронного обучения

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Для очной формы обучения

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестр |
|---|-------------|---------|
| | | 7 |
| 1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего), в том числе: | 57 | 57 |
| 1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе: | 51 | 51 |
| - лекции (Л) | 17 | 17 |
| - лабораторные работы (ЛР) | 17 | 17 |
| - практические занятия (ПЗ) | 17 | 17 |
| - практикумы (П) | | |
| 1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе: | 6 | 6 |
| - групповые консультации по дисциплине | 4 | 4 |
| - групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен) | 2 | 2 |
| 2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего) | 51 | 51 |
| Вид промежуточной аттестации экзамен | 36 | 36 |
| Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы | 144/4 | 144/4 |

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Содержание дисциплины, структурированное по темам, приведено в таблице 4.

В столбце «Вид СР» введены следующие сокращения:

«Лекции» – предполагает изучение материалов учебников и учебных пособий для подготовки к лекциям и повторение материала после прослушивания лекции для участия в обсуждениях на практических занятиях.

«Практика» - предполагает использование методических разработок для помощи при решении индивидуальных задач и решение задач из задачников.

«Лаб.раб.» - предполагает использование методических разработок для помощи при выполнении лабораторных работ и оформлении отчетов.

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам для обучающихся очной формы обучения

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций | Наименование тем | Виды учебной работы | | | | Вид СРС | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий | Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах) | Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах) |
|---|--|---------------------|--------------------------|--------------|--|--|---|--|---|
| | | Контактная работа | | | Самостоятельная работа обучающихся | | | | |
| | | Лекции, час | Лабораторные работы, час | Практические | | | | | |
| 7 семестр | | | | | | | | | |
| ОПК-1, ИОПК-1.3 | Раздел 1 Основные понятия теории управления | | | | | | | | |
| | Тема 1.1 Систем типа «вход – выход». Задача управления системами | 1 | | 1 | 4 | Лекции: 6.6.1.(стр.19-45) Практика: 6.6.3.(16-33) | Разбор решения конкретных примеров с помощью презентации и у доски | | |
| | Тема 1.2 Программное управление и обратная связь. Модели линейных систем | 1 | | 2 | 3 | | | | |
| | Тема 1.3 Структурные схемы и их преобразования. | 1 | | | 3 | Лекции: 6.6.2.(стр.44-59) Практика: 6.6.3.(16-33) | | | |
| | Тема 1.4. Линеаризация нелинейных характеристик систем. | 1 | | 1 | 3 | Лекции: 6.6.2.(стр.44-59) Практика: 6.6.3.(67-73) | | | |
| | Лабораторная работа №1 | | 4 | | | | | | |
| | Итого по разделу 1 | 4 | 4 | 4 | 13 | | | | |
| Раздел 2 Стационарные системы | | | | | | | | | |
| Тема 2.1 Понятие передаточной функции. Нахождение реакции на | 1 | | 2 | 4 | Лекции: 6.6.2.(стр.54-59) Практика: 6.6.3.(79-98) | Разбор решения конкретных | | | |

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций | Наименование тем | Виды учебной работы | | | | Вид СРС | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий | Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах) | Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах) |
|---|--|---------------------|--------------------------|--------------|------------------------------------|--|---|--|---|
| | | Контактная работа | | | Самостоятельная работа обучающихся | | | | |
| | | Лекции, час | Лабораторные работы, час | Практические | | | | | |
| | типовые сигналы. | | | | | примеры у доски | | | |
| | Тема 2.2 Переходная характеристика системы | 1 | | 1 | 4 | | Лекции: 6.6.2.(стр.54-59) Практика: 6.6.3.(79-98) | | |
| | Тема 2.3. Преобразование Фурье и частотная передаточная функция | 1 | | 1 | 2 | Лекции: 6.6.1.(стр.68-86) Практика: 6.6.3.(114-169) | Разбор решения конкретных примеров у доски | | |
| ОПК-1, ИОПК-1.3 | Тема 2.4. Переходные и установившиеся режимы. Качество переходных процессов | 1 | | | 2 | Лекции: 6.6.2.(стр.111-126) Практика: 6.6.3.(114-169) | | | |
| | Лабораторная работа №2 | | 4 | | 2 | | | | |
| | Итого по разделу 2 | 4 | 4 | 4 | 14 | | | | |
| | Раздел 3 Устойчивость систем и показатели качества | | | | | | | | |
| | Тема 3.1. Устойчивость линейных стационарных систем | 1 | | 2 | 2 | Лекции: 6.6.2.(стр.84-102) Практика: 6.6.3.(318-328) | Разбор решения конкретных примеров у доски | | |
| | Тема 3.2. Применение ЛАЧХ для исследования устойчивости и качества систем | 1 | | 1 | 3 | Лекции: 6.6.2.(стр.84-102) Практика: 6.6.3.(318-328) | | | |
| | Тема 3.3. Интегральная и дифференциальная коррекция | 1 | | | 2 | Лекции: 6.6.2.(стр.84-102) Практика: 6.6.3.(318-328) | | | |
| | Тема 3.4. Частотные методы синтеза | 1 | | 2 | 2 | Лекции: 6.6.2.(стр.84-102) Практика: 6.6.3.(318-328) | | | |
| | Лабораторная работа №3 | | 4 | | | | | | |

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций | Наименование тем | Виды учебной работы | | | | Вид СРС | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий | Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах) | Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах) |
|---|---|---------------------|--------------------------|--------------|------------------------------------|--|---|--|---|
| | | Контактная работа | | | Самостоятельная работа обучающихся | | | | |
| | | Лекции, час | Лабораторные работы, час | Практические | | | | | |
| | Итого по разделу 3 | 4 | 4 | 5 | 9 | | | | |
| | Раздел 4 Методы пространства состояний | | | | | | | | |
| | Тема 4.1. Уравнения линейных систем в пространстве состояний | 2 | | 2 | 4 | Лекции: 6.6.2.(стр.158-179) Практика: 6.6.3.(194-213) | Разбор решения конкретных примеров у доски | | |
| | Тема 4.2. Задача динамической реализации | 1 | | 1 | 4 | Лекции: 6.6.2.(стр.158-179) Практика: 6.6.3.(194-213) | | | |
| ОПК-1, ИОПК-1.3 | Тема 4.3. Постановка задачи об управлении системами в пространстве состояний | 2 | | 1 | 4 | Лекции: 6.6.2.(стр.158-179) Практика: 6.6.3.(211-213) | | | |
| | Лабораторная работа №4 | | 5 | | 3 | | | | |
| | Итого по разделу 4 | 5 | 5 | 4 | 15 | | | | |
| | Итого по курсу | 17 | 17 | 17 | 51 | | | | |

5 ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Примерная тематика лабораторных работ

1. Моделирование звеньев автоматических систем управления
2. Моделирование звеньев автоматических систем управления с обратной связью.
3. Исследование устойчивости систем управления.
4. Построение и исследование передаточных функций динамических систем.

Задания к лабораторным работам

Примеры заданий к лабораторным работам представлены в пункте 11.2.2

Примерная тематика контрольных работ:

1. Исследование переходных процессов в системах управления
2. Исследование устойчивости систем

Примеры заданий к контрольным работам

1. Найти переходную матрицу системы, описываемой дифференциальными уравнениями

$$\dot{x}_1 = x_1 + 2x_2,$$

$$\dot{x}_2 = 4x_1 + 3x_2 + g.$$

2. Исследовать устойчивость системы, описываемой дифференциальным уравнением

$$\ddot{x} + 2\dot{x} + x = g.$$

3. Построение переходных характеристик систем управления

$$\ddot{x}(t) - 3\dot{x}(t) + 3x(t) - x(t) = g(t)$$

При начальных условиях $x(0) = 0$, $\dot{x}(0) = 0$, $\ddot{x}(0) = 2$
и входном сигнале $g(t) = e^t \cdot I(t)$.

4. Исследование оптимального управления

Для задачи

$$\dot{x}_1(t) = x_2(t),$$

$$\dot{x}_2(t) = u(t),$$

$$I = \frac{1}{2} \int_0^{+\infty} [x_1^2(t) + 2x_2^2(t) + u^2(t)] dt \rightarrow \min$$

Найти оптимальное управление $u^*(x)$ с полной обратной связью

Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию

1. Перечислить способы описания систем типа «вход – выход»;
2. Постановка задачи управления системами;
3. Программное управление и обратная связь. Типовые регуляторы;
4. Модели линейных систем: импульсная переходная функция;
5. Линеаризация нелинейных характеристик систем;
6. Понятие передаточной функции. Нахождение реакции на типовые сигналы;
7. Переходная характеристика системы;
8. Передаточные функции и преобразования структурных схем;

9. Преобразование Фурье и частотная передаточная функция;
10. Частотные характеристики систем Стандартная форма передаточных функций;
11. Параметры типовых звеньев. Переходные и установившиеся режимы;
12. Качество переходных процессов;
13. Точность в установившемся режиме: коэффициенты ошибки и астатизм системы;
14. Понятие устойчивости и асимптотической устойчивости. Устойчивость линейных стационарных систем;
15. Критерии устойчивости Стодолы, Гурвица и Рауса;
16. Критерий устойчивости Найквиста и запасы устойчивости;
17. Интегральная и дифференциальная коррекция;
18. Частотные методы синтеза;
19. Понятие динамической системы. Уравнения линейных систем в пространстве состояний;
20. Задача динамической реализации – жорданова форма, нормальная форма (форма Коши), управляемая и наблюдаемая формы;
21. Переходной оператор и матричная весовая функция;
22. Случай стационарных систем – матричная экспонента;
23. Дискретные системы в пространстве состояний;
24. Понятие управляемости и достижимости;
25. Постановка задачи об управлении системами в пространстве состояний;
26. Существование регулятора. Нестационарные регуляторы. Стационарный регулятор;
27. Общее представление об искусственных нейронных сетях;
Использование нейронных сетей в задачах управления для распознавания образов и прогнозирования.

5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости обучающихся очной формы. Основные требования балльно-рейтинговой системы по дисциплине и шкала оценивания приведены в таблицах 5 - 7.

Таблица 5 – Требования балльно-рейтинговой системы по дисциплине

| Виды работ | Количество подвидов работы | Максимальные баллы за подвид работы | | Сроки выполнения подвидов работы | Дополнительные баллы | Штрафные баллы |
|---|----------------------------|-------------------------------------|----|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| | | 1 | 2 | | | |
| Контрольные работы | 2 | 10 | 10 | Март, апрель | До +4 за 1 в срок сданную работу | До -4 за 1 работу |
| Лабораторные работы | 6 | 5 баллов | | В течении семестра | До +4 | До -4 |
| Выполнение домашних заданий | 5 | По 4 балла за 1 работу | | В течении семестра | До +1 балла за 1 работу | До -1 балла за 1 работу |
| Посещение занятий (участие в обсуждениях задач) | 16 | До 0.25 балла за 1 неделю | | еженедельно | Ответ у доски до +1 балла | По -1 баллу за 1 пропуск |
| Ответ на экзамене | 1 | 26 | | сессия | | |

Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Критерии оценивания результатов обучения | | | |
|--|--|--|--|--|---|
| | | Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-54% от max рейтинговой оценки контроля | Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 55-70% от max рейтинговой оценки контроля | Оценка «хорошо» / «зачтено» 71-85% от max рейтинговой оценки контроля | Оценка «отлично» / «зачтено» 86-100% от max рейтинговой оценки контроля |
| ОПК-1. Способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике | ИОПК-1.3. Выявляет естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, использует для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат и методы оптимального управления | Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не знает основные приемы моделирования систем управления и их классификацию. Не знает основ оптимального управления, что препятствует усвоению последующего материала | Фрагментарные, поверхностные знания основных разделов теории управления. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании основных положений и их применении | Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения. | Имеет глубокие знания всего материала, понимает структуру дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании |

Таблица 7 – Критерии оценивания

| Оценка | Критерии оценивания |
|---|--|
| Высокий уровень «5» (отлично) | оценку «отлично» заслуживает обучающийся, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. |
| Средний уровень «4» (хорошо) | оценку «хорошо» заслуживает обучающийся, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. |
| Пороговый уровень «3» (удовлетворительно) | оценку «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. |
| Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно) | оценку «неудовлетворительно» заслуживает обучающийся, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. |

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература

- 1. Методы классической и современной теории автоматического управления:** *учебник для вузов: в 5-ти т. Т.1: Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления / Под ред. К.А.Пупкова, Н.Д. Егупова. - 2-е изд.; перераб. и доп. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004. - 656с.: ил.
- 2. Попов, Е.П.** Теория линейных систем автоматического регулирования и управления: *уче. пособие для вузов / Е.П. Попов. - 2-е изд.; перераб. и доп. - М.: Наука, 1989. - 304с.
- 3. Теория управления в примерах и задачах:** Учебн. пособие/ А.В. Пантелеев, А.С. Бортаковский.- М.: Высш. Шк., 2003-583 с. (http://cdot-nntu.ru/электронная_библиотека)
- 4. Гайдук, А.Р.** Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB: *учебное пособие для вузов / А.Р. Гайдук, В.Е. Беляев, Т.А. Пьявченко. - 2-е изд.; испр. - М.: Лань, 2011. - 464с.: ил. - (Учебники для вузов. Спец. литература).
- 5. Алексеев В.М., Тихомиров В.М., Фомин С.В. Оптимальное управление.** – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1979.

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных выше на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль)

6.2. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

6.2.1 Преобразование Лапласа и его применение [Электронные текстовые данные]: метод. указания для обучающихся направлений подготовки 01.03.04, 09.03.02, 13.03.02, 15.03.02, 15.03.04, 18.03.01, 19.03.02, 23.03.03 всех форм обучения. В 2ч. Ч.1. / ДПИ НГТУ; сост.: А.Н. Лобаев, Н.М. Богословская. – Дзержинск, 2018. – 20 с.

6.2.2 Преобразование Лапласа и его применение [Электронные текстовые данные]: метод. указания для обучающихся направлений подготовки 01.03.04, 09.03.02, 13.03.02, 15.03.02, 15.03.04, 18.03.01, 19.03.02, 23.03.03 всех форм обучения. В 2ч. Ч.2. / ДПИ НГТУ; сост.: А.Н. Лобаев, Н.М. Богословская.– Дзержинск, 2018. – 22 с.

6.2.3 Лине́йные и квазилинейные уравнения в частных производных первого порядка [Текст и электронные текстовые данные]: #метод. указ. к практическим занятиям по дисц. "Уравнения математической физики", "Теория управления", "Моделирование систем и процессов", "Математическое моделирование" для обучающихся направления подготовки бакалавров 01.03.04 очной формы обучения и по дисц. "Математика" для обучающихся направлений подготовки бакалавров 09.03.02, 15.03.04 всех форм обучения / Сост. А.Н. Лобаев, Н.М. Богословская. - Н.Новгород, 2021.

6.2.4 РЯДЫ ФУРЬЕ [Электронные текстовые данные]: метод. указания для обучающихся направлений подготовки 01.03.04, 09.03.02, 13.03.02, 15.03.02, 15.03.04, 18.03.01, 19.03.02, 23.03.03 очной формы обучения / ДПИ НГТУ; сост.: Н.М. Богословская. – Дзержинск, 2018. – 22 с.

6.2.5 Устойчивость движения. Ч.1. Второй (прямой) метод Ляпунова [Текст и электронные текстовые данные]: метод. указания для обучающихся направления подготовки 01.03.04 «Прикладная математика» очной формы обучения. В 2 ч. Ч.1. Второй (прямой) метод Ляпунова / ДПИ НГТУ; сост.: И.Ю. Харитонова, Ю.А. Латухина.– Дзержинск, 2018. – 23 с.

6.2.6 Устойчивость движения. Ч.2. Устойчивость по первому приближению [Текст и электронные текстовые данные]: метод. указания для обучающихся направления подготовки 01.03.04 «Прикладная математика» очной формы обучения. В 2 ч. Ч.2. Устойчивость по первому приближению / ДПИ НГТУ; сост.: И.Ю. Харитонова, Ю.А. Латухина.– Дзержинск, 2018. – 30 с.

7 ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1. Перечень информационных справочных систем

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента. Информационные технологии применяются в следующих направлениях: при подготовке и оформлении отчетов о лабораторных работах, выполнении заданий для самостоятельной работы.

Таблица 8 – Перечень электронных библиотечных систем

| № | Наименование ЭБС | Ссылка к ЭБС |
|----------|-------------------------|---|
| 1 | Консультант студента | http://www.studentlibrary.ru/ |
| 2 | Лань | https://e.lanbook.com/ |

7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины

Таблица 9 – Программное обеспечение

| № п/п | Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе | Программное обеспечение свободного распространения |
|-------|---|---|
| 1 | Microsoft Windows 10 (подписка MSDN 700593597, подписка DreamSpark Premium, 19.06.19) | Adobe Acrobat Reader https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html |
| 2 | Microsoft office 2010 (Лицензия № 49487295 от 19.12.2011) | OpenOffice https://www.openoffice.org/ru/ |
| 3 | Консультант Плюс | PTC Mathcad Express https://www.mathcad.com/ru |

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 10 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ).

Таблица 10 – Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

| № п/п | Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы | Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета) |
|-------|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ | https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts |
| 2 | Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем | https://cyberpedia.su/21x47c0.html |
| 3 | Инструменты и веб-ресурсы для веб-разработки – 100+ | https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus |
| 4 | Справочная правовая система «КонсультантПлюс» | доступ из локальной сети |

8 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 11 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования.

Таблица 11 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

| № | Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ | Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования |
|---|--|---|
| 1 | ЭБС «Консультант студента» | озвучка книг и увеличение шрифта |
| 2 | ЭБС «Лань» | специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации |
| 3 | ЭБС «Юрайт» | версия для слабовидящих |

Согласно Федеральному Закону об образовании 273-ФЗ от 29.12.2012 г. ст. 79, п.8 "Профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся". АОП разрабатывается по каждой направленности при наличии заявлений от обучающихся,

являющихся инвалидами или лицами с ОВЗ и изъявивших желание об обучении по данному типу образовательных программ.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 12 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ДПИ НГТУ.

Таблица 12 – Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

| № | Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|--|
| 1 | 1433А Аудитория для лекционных и практических занятий Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49 | Комплект демонстрационного оборудования: ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе Intel Pentium G4560 3.5 ГГц, 4 Гб ОЗУ, монитор 20' – 1шт. Мультимедийный проектор Epson- 1 шт; Экран – 1 шт. | <ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Windows 10 Домашняя (поставка с ПК) • LibreOffice 6.1.2.1. (свободное ПО) • Foxit Reader (свободное ПО); • 7-zip для Windows (свободное ПО) |
| 2 | 1234 Научно-техническая библиотека ДПИ НГТУ, студенческий читальный зал; Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49 | Комплект демонстрационного оборудования: ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе Intel Pentium G4560 3.5 ГГц, 4 Гб ОЗУ, монитор 20' – 1шт. Мультимедийный проектор Epson- 1 шт; Экран – 1 шт.; Набор учебно-наглядных пособий | <ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Windows 10 Домашняя (поставка с ПК) • LibreOffice 6.1.2.1. (свободное ПО) • Foxit Reader (свободное ПО); • 7-zip для Windows (свободное ПО) |
| 3 | 1443а компьютерный класс - помещение для СРС, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49 | <ul style="list-style-type: none"> • ПК на базе Intel Celeron 2.67 ГГц, 2 Гб ОЗУ, монитор Acer 17' – 4 шт. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета | <ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium) • Apache OpenOffice 4.1.8 (свободное ПО); • Mozilla Firefox (свободное ПО); • Adobe Acrobat Reader (свободное ПО); • 7-zip для Windows (свободное ПО); • КонсультантПлюс (ГПД № 0332100025418000079 от 21.12.2018); |

10 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная, а также может проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- знакомство с материалами лекций в среде MOODLE;
- проведение консультаций в конференциях Zoom;
- балльно-рейтинговая технология оценивания;

При преподавании дисциплины «Теория управления», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность обучающихся при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса сопровождается компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносится материал различных разделов курса, что дает возможность обсудить материал с обучающимися во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала. Материалы лекций в виде слайдов находятся в свободном доступе в системе MOODLE и могут быть получены до чтения лекций и проработаны обучающимися в ходе самостоятельной работы.

На лекциях, лабораторных и практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет обучающимся проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием как встреч с обучающимися, так и современных информационных технологий (электронная почта, Zoom).

Иницируется активность обучающихся, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы обучающегося, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости обучающихся в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях обучающийся исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, обучающийся способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса в основном освоено. При устных собеседованиях обучающийся последовательно излагает учебный материал; при затруднениях способен после наводящих вопросов продолжить обсуждение, справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, обучающийся способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

Результат обучения считается несформированным, если обучающийся при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует до пороговому уровню.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Подготовку к каждому практическому занятию обучающийся должен начать с ознакомления с рекомендуемой литературой (таблица 4), которая отражает содержание предложенной темы. Каждая самостоятельно выполненная работа по индивидуальному варианту подлежит проверке преподавателем.

10.4. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения расчетов и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- целесообразность использования изученных методов;
- качество комментариев к решению.

10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающихся к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающихся на занятиях и в качестве выполненных заданий для самостоятельной работы и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины обучающиеся могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (таблица 12). В аудиториях имеется доступ через информационно-

телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

11 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний обучающихся по дисциплине проводится комплексная оценка знаний, включающая

- проведение контрольных работ;
- выполнение заданий для самостоятельной работы;

11.1.1. Типовые задания для контрольных работ

1. Найти переходную матрицу системы, описываемой дифференциальными уравнениями

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= x_1 + 2x_2, \\ \dot{x}_2 &= 4x_1 + 3x_2 + g.\end{aligned}$$

2. При каких значениях параметра к система, описываемая дифференциальным уравнением будет устойчива

$$x^{(4)} + 4x^{(3)} + 2x^{(2)} + 3\dot{x} + kx = g$$

3. Найти реакцию системы, описываемой уравнением

$$\ddot{x}(t) + 6\dot{x}(t) + 11x(t) + 6x(t) = \ddot{g}(t) + 5\dot{g}(t) + 6g(t)$$

с начальными условиями $x(0) = 1$, $\dot{x}(0) = -3$, $\ddot{x}(0) = 9$

на входной сигнал $g(t) = t(t)$.

4. Для задачи

$$\begin{aligned}\dot{x}(t) &= -x(t) + u(t), \\ I &= \frac{1}{2} \int_0^1 u^2(t) dt + \frac{1}{2} x^2(1) \rightarrow \min\end{aligned}$$

требуется найти оптимальное управление по критерию обобщенной работы

11.1.2 Типовые задания для лабораторных работ

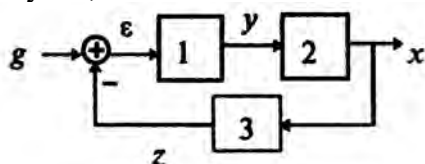
1. Исследовать переходную матрицу системы, описываемой дифференциальными уравнениями

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= x_1 + 2x_2, \\ \dot{x}_2 &= 4x_1 + 3x_2 + g.\end{aligned}$$

2. Найти передаточные функции по состоянию и выходу для систем, заданных уравнениями

$$\dot{x}_1 = -x_1 + mx_2 + g_1, \quad \dot{x}_2 = -mx_1 - x_2 + g_2, \quad y = x_1 - x_2;$$

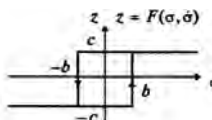
3. Найти передаточную функцию системы, структурная схема которой изображена на рисунке, если звенья этой системы заданы следующим образом



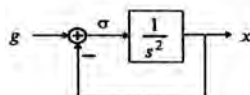
11.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине

11.2.1. Типовые практические задания к экзамену:

1. Для системы управления изображенной на рисунке построить фазовый портрет. Где $b=1, c=5\pi/2$.



2. Для системы управления, структурная схема которой изображена на рисунке построить фазовую траекторию при начальных условиях $x(0)=1, x'(0)=0$.



3.

Доказать, что $X(t) = e^{W(t) - \frac{t}{2}}$ является решением уравнения

$$dX = X(t) dW(t), X(0) = 1.$$

4. Найти переходную матрицу системы, описываемой дифференциальными уравнениями

$$\begin{aligned} \dot{x}_1(t) &= \frac{2t^2 + 1}{t(t^2 + 1)} x_1(t) - \frac{t^2}{t^2 + 1} x_2(t), \\ \dot{x}_2(t) &= \frac{1}{t^2(t^2 + 1)} x_1(t) - \frac{1}{t(t^2 + 1)} x_2(t). \end{aligned}$$

5. Найти переходную матрицу системы, описываемой дифференциальными уравнениями

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_1 + 2x_2, \\ \dot{x}_2 &= 4x_1 + 3x_2 + g. \end{aligned}$$

6. При каких значениях параметра k система, описываемая дифференциальным уравнением будет устойчива

$$x^{(4)} + 4x^{(3)} + 2x^{(2)} + 3\dot{x} + kx = g$$

7. Найти реакцию системы, описываемой уравнением

$$\ddot{x}(t) - 3\dot{x}(t) + 3x(t) - x(t) = g(t)$$

При начальных условиях $x(0) = 0, \dot{x}(0) = 0, \ddot{x}(0) = 2$

и входном сигнале $g(t) = e^t \cdot I(t)$.

8. При помощи преобразования Лапласа найти свободное, вынужденное движение и выходной сигнал, системы, описываемой дифференциальным уравнением

$$\ddot{x}(t) + (2 - n)\dot{x}(t) - 2nx(t) = g(t), \quad x(0) = n, \dot{x}(0) = 0, \quad g(t) = \begin{cases} ne^{-4t}, & t > 0, \\ 0, & t \leq 0; \end{cases}$$

9. Для задачи

$$\begin{aligned} \dot{x}(t) &= -x(t) + u(t), \\ I &= \frac{1}{2} \int_0^1 u^2(t) dt + \frac{1}{2} x^2(1) \rightarrow \min \end{aligned}$$

требуется найти оптимальное управление по критерию обобщенной работы

10. Для задачи

$$\dot{x}_1(t) = x_2(t) + u_1(t), \quad x_1(0) = 0,$$

$$\dot{x}_2(t) = u_2(t), \quad x_2(0) = 0,$$

$$I = \int_0^1 [u_1^2(t) + u_2^2(t)] dt + x_1(1) \rightarrow \min$$

найти оптимальное программное управление $u^*(\cdot)$ и оптимальную траекторию $x^*(\cdot)$.