

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

А.А. Каракозов

« 31 » 03 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.12 Моделирование систем управления

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 27.03.04 «Управление в технических системах»
(код и наименование направления / специальности)
Направленность (профиль): «Техническая кибернетика и информатика»
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)
Программа: бакалавриат
(бакалавриат, магистратура, специалитет)
Форма обучения: очная, заочная, очно-заочная
(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения	очная	очно- заочная	заочная
Семестр(ы)	8	6	6
Общая трудоёмкость в з.е./часах	4/144	4/144	4/144
Контактная работа (час.), в том числе:	68	26	16
лекции (час.)	32	12	6
лабораторные работы (час.)	32	8	4
практические (семинарские) занятия (час.)	0	0	0
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	40	82	92
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	0	0	0
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен, 36	экзамен, 36	экзамен, 36

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Моделирование систем управления» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» (профиль подготовки «Техническая кибернетика и информатика») для 2023 года приёма по очной, заочной и очно-заочной формам обучения.

Составитель:

доцент кафедры «Автоматика

и телекоммуникации», к.т.н., доцент


(подпись)

Волуева О.С.

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Автоматика и телекоммуникации».

Протокол от «29» 03 20 23 года № 4

Заведующий кафедрой


(подпись)


Турупалов В.В.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах».

Протокол от «29» 03 20 23 года № 4

Председатель


(подпись)

Суков С.Ф.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Автоматика и телекоммуникации».

Протокол от «__» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Автоматика и телекоммуникации».

Протокол от «__» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Автоматика и телекоммуникации».

Протокол от «__» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы, связанные с построением математических моделей технических и информационных систем и с дальнейшим использованием их для анализа и синтеза систем, с использованием моделирующих программ и комплексов для исследования полученных моделей.

Целью преподавания дисциплины является приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков в области современных методов и средств моделирования систем различной физической природы, необходимых для успешного решения задач синтеза, разработки, исследования и эксплуатации систем автоматического и автоматизированного управления техническими объектами, технологическими линиями и автономными техническими системами.

В результате освоения дисциплины бакалавр должен

знать: современные методы исследования и моделирования систем управления; классификацию моделей и видов моделирования; принципы построения и основные требования к математическим моделям систем; формы представления математических моделей; методы анализа и синтеза систем и средств управления; технические и программные средства моделирования; современные тенденции и направления в развитии инструментальных средств моделирования;

уметь: применять современные САПР для автоматизированного синтеза систем управления; проводить компьютерное моделирование объектов и систем управления с применением современных математических методов, технических и программных средств; решать задачи моделирования с использованием основных положений аналитических и экспериментальных методов построения моделей объектов; переходить от одной формы описания математической модели системы автоматического управления к другой;

владеть: навыками работы с современным инструментарием для моделирования систем управления объектами различной природы; навыками разработки математических моделей процессов и объектов управления; основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики (ОПК-1);

- способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических и естественно-научных дисциплин (ОПК-2);

- способен осуществлять оценку эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов (ОПК-4);

- способен выполнять эксперименты по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств (ОПК-9);

- способен проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления (ПК-6).

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: «Математические модели объектов и систем автоматизации», «Математическое программирование и исследование операций», «Теория систем и системный анализ», «Теория автоматического управления».

Знания, умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении последующей дисциплины «Проектирование систем автоматизации», прохождении преддипломной практики, прохождении государственной итоговой аттестации.

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

№ темы	Наименование темы (содержательных модулей)	Количество часов (очная / очно-заочная / заочная форма)				
		Всего	В том числе			
			Лекции	Лабор.	Практ. (Семина.)	СР
1	Введение. Цель изучения дисциплины.	4/4/2	2/2/0	0/0/0	0	2/2/2
2	Модели физических систем	22/16/16	6/2/0	8/0/0	0	8/14/16
3	Получением математических моделей динамических систем в терминах переменных состояния.	24/18/20	8/2/2	8/2/0	0	8/14/18
4	Детерминированные системы управления. Синтез регуляторов состояния по желаемому расположению корней замкнутой САУ.	24/18/19	8/2/1	8/2/2	0	8/14/16
5	Проблема точности замкнутых систем с регуляторами состояния. Синтез предварительного фильтра.	14/14/13	4/2/1	4/2/0	0	6/10/12

№ темы	Наименование темы (содержательных модулей)	Количество часов (очная / очно-заочная / заочная форма)				
		Всего	В том числе			
			Лекции	Лабор.	Практ. (Семина.)	СР
6	Методика синтеза САУ с регулятором состояния и отрицательной обратной связью по выходу.	16/14/14	4/2/2	4/2/2	0	8/10/10
	Контактная работа (дополнительная)	4/6/6				
	Курсовая работа	0/0/0				0/0/0
	Итого по видам занятий	108/108/108	32/12/6	32/8/4	0/0/0	40/82/92
	Контроль	36/36/36				
	ИТОГО	144				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
ОПК-1, ОПК-2	Темы 1, 2, 3
ОПК-4, ОПК-9	Темы 2, 3, 4, 5, 6
ПК-6	Темы 2, 3, 4

3.2 Лекции

Тема 1. Введение. Цель изучения дисциплины.

Содержание темы 1: Введение. Задачи курса. Моделирование как метод анализа и синтеза системы. Основные положения. Этапы истории развития моделирования систем управления. Модельное представление средств и систем управления. Методы формирования моделей систем и средств управления.

Литература к теме 1: [\[1\]](#), [\[2\]](#), [\[6\]](#)

Тема 2. Модели физических систем.

Содержание темы 2: Электрические цепи. Механические объекты с линейным перемещением. Механические объекты с вращательным движением. Электромеханические системы. Датчики.

Литература к теме 2: [\[3\]](#), [\[4\]](#), [\[5\]](#)

Тема 3. Получением математических моделей динамических систем в терминах переменных состояния.

Содержание темы 3: Каноническая форма управляемости и наблюдаемости, нормальная каноническая форма матричных уравнений состояния системы. Описание многомерных систем. Матричная передаточная функция. Решение матричных дифференциальных уравнений состояния. Фундаментальная матрица. Получение математических моделей механических объектов с помощью метода виртуальной работы. Схемы моделирования.

Литература к теме 3: [1, 6, 7]

Тема 4. Детерминированные системы управления. Синтез регуляторов состояния по желаемому расположению корней замкнутой САУ.

Содержание темы 4: Понятие управляемости. Постановка задачи синтеза модального регулятора. Методика синтеза регулятора состояния по желаемому расположению корней замкнутой системы. Примеры синтеза. Формула Аккермана, примеры синтеза.

Литература к теме 4: [2, 4, 7, 8]

Тема 5. Проблема точности замкнутых систем с регуляторами состояния. Синтез предварительного фильтра.

Содержание темы 5: Точность замкнутых систем. Структурная схема замкнутой системы с регулятором состояния и предварительным фильтром. Модель динамики замкнутой системы с предварительным фильтром. Постановка задачи синтеза предварительного фильтра.

Литература к теме 5: [3, 4, 6, 7, 8]

Тема 6. Методика синтеза САУ с регулятором состояния и отрицательной обратной связью по выходу.

Содержание темы 6: Структурная схема замкнутой САУ с регулятором состояния и отрицательной обратной связью по выходу системы. Математическая модель динамики замкнутой САУ с регулятором состояния и И-регулятором в цепи рассогласования. Методика синтеза коэффициентов И-регулятора. Отработка входного сигнала с помощью И-регулятора.

Литература к теме 6: [3, 4, 6, 7, 8]

3.3 Практические (семинарские) занятия

В учебном плане не запланировано.

3.4 Лабораторные работы

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очная/очно.- заочная/заочная	Литера- тура
1	Получение описания объекта управления в КФУ и КФН по схемам моделирования.	8/2/2	[1, 6, 7]
2	Получение описания ММО – систем произвольной структуры в пространстве состояний.	8/2/0	[1, 6, 7]
3	Моделирование движения механических объектов.	8/0/0	[3, 4, 7]
4	Синтез модальных регуляторов для SISO-объектов.	4/2/2	[4, 7, 8]
5	Синтез регуляторов состояния с интегральным контроллером для SISO-объектов	4/2/0	[4, 7, 8]
ИТОГО:		32/8/4	

3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очная/очно.- заочная/заочная
1	Изучение лекционного материала	20/32/37
2	Подготовка к практическим занятиям	0/0/0
3	Подготовка к лабораторным занятиям	20/32/37
4	Выполнение курсовой работы	0/0/0
5	Выполнение индивидуального задания	0/18/18
ИТОГО:		40/82/92

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа) в учебном плане не запланировано. Для очно-заочной и заочной форм обучения в рамках освоения дисциплины предусмотрено выполнение студентами контрольной работы по форме индивидуального задания.

Тематика задания связана с анализом и моделированием регуляторов состояния для многомерных объектов управления. Цель – получение навыков синтеза алгоритмов многомерных регуляторов состояния.

В результате выполнения индивидуального задания студент должен:

- знать методику синтеза модального регулятора непрерывной многомерной динамической системы на основе методов КФУ, Аккермана, Уилкинсона;

- уметь анализировать динамику модели методами математического моделирования и делать вывод о состоятельности и адекватности модели.

Объем учебной нагрузки при выполнении индивидуального задания (студентом очно-заочной и заочной форм обучения) – 18 часов. Задание на контрольную работу выбирается студентом очно-заочником/заочником в соответствии с методическими указаниями [8], согласовывается с преподавателем и выполняется по методическим рекомендациям [8].

Отчет о работе состоит из текстовой части на листах формата А4. Выполнение индивидуального задания может осуществляться с применением графического программного обеспечения. Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 7 страниц формата А4 (210×297 мм).

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых

ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;

- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;

- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;

- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;

- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;

- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;

- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу;

- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе;

- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;

- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;

- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой производственный опыт.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;

- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;

- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;

- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

Вопросы к экзамену:

1. Содержание автоматизированного синтеза САУ.
2. Модели САУ при проектировании.
3. Переменные состояния динамической системы.
4. Модели динамических систем. Механические объекты с линейным перемещением.
5. Модели динамических систем. Механические объекты с вращательным движением.
6. Модели динамических систем. Электромеханические объекты (двигатель постоянного тока с независимым возмущением).
7. Модели динамических систем. Многосвязные электромеханические системы.
8. Модели динамических систем. RLC – цепи.
9. Метод виртуальной работы. Постановка задачи.
10. Метод КФУ (каноническая форма управляемости)
11. Метод КФН (каноническая форма наблюдаемости)
12. Схемы моделирования. Последовательное соединение.
13. Схемы моделирования. Параллельное соединение.
14. Схемы моделирования. Соединение с обратной связью.
15. Управляемость и наблюдаемость системы
16. Постановка задачи синтеза регуляторов состояния.

17. Методика расположения корней замкнутой САУ.
18. Методика синтеза модального регулятора.
19. Методика синтеза модального регулятора. Формула Аккермана.
20. Структурная схема замкнутой САУ с регулятором состояния.
21. Математическая модель динамики замкнутой САУ с регулятором состояния.
22. Проблема точности замкнутых САУ с регуляторами состояния. Предварительный фильтр.
23. Методика синтеза предварительного фильтра.
24. Структурная схема замкнутой САУ с предварительным фильтром.
25. Проблема точности замкнутых САУ с регуляторами состояния. И - регулятор в цепи рассогласования.
26. Структурная схема замкнутой САУ с регулятором состояния и отрицательной обратной связью по выходу.
27. Математическая модель расширенного объекта с И- регулятором.
28. Математическая модель замкнутой САУ с регулятором состояния и отрицательной обратной связью по выходу.
29. Методика синтеза коэффициентов И- регулятора.
30. Определение статической ошибки на выходе системы с регулятором состояния.

Пример экзаменационного билета:

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Уровень высшего профессионального образования: бакалавриат

Направление подготовки (специальность): 27.03.04 Управление в технических системах

Профиль: Техническая кибернетика и информатика

Семестр: 8

Учебная дисциплина: Моделирование систем управления

БИЛЕТ № 1

1. Методы описания динамических объектов и систем.
2. Методика синтеза предварительного фильтра в системе с модальным регулятором.
3. Получить описание объекта управления (ОУ) во временной области (в пространстве состояний) в КФУ.

$$W(s) = \frac{y(s)}{u(s)} = \frac{160}{4s^2 + 2.4s + 1}$$

При получении КФУ сначала построить структурную схему моделирования ОУ, а затем по этой структуре написать векторно-матричные уравнения динамики ОУ. Проверить свои результаты с помощью пакета прикладных программ Matlab-Simulink

- 1) провести моделирование структурной схемы ОУ в КФУ с помощью Simulink.
- 2) полученную модель ОУ в КФУ задать в m-файле. Построить переходные характеристики переменных состояния и выхода объекта.

Сравнить полученные результаты.

Утверждено на заседании кафедры автоматики и телекоммуникаций,

протокол № ____ от _____.20__ г.

Заведующий кафедрой _____ Турупалов В.В.

4.3 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины «Моделирование систем управления» производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

Текущий контроль знаний студента очной, очно-заочной и заочной форм обучения осуществляется по результатам лабораторных.

Выполнение лабораторных работ с защитой отчёта, выполнение индивидуального задания, предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к экзамену.

Распределение баллов текущего контроля работы студента на протяжении семестра приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение баллов текущего контроля

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
Для студентов очной формы обучения		
Отчёт по лабораторной работе	8	Задание выполнено правильно, проектные решения обоснованы, приведен анализ полученного результата
	6	Задание выполнено в целом правильно, проектные решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
Итого по лабораторным работам (максимально возможное)	40	Из расчёта 5 лабораторных работ, оценивается каждая работа.
ИТОГО:	40	Максимально возможное
Для студентов очно - заочной формы обучения		
Отчёт по лабораторной работе	5	Задание выполнено правильно, проектные решения обоснованы, приведен анализ полученного результата
	4	Задание выполнено в целом правильно, проектные решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
Итого по лабораторным работам (максимально возможное)	25	Из расчёта 5 лабораторных работ, оценивается каждая работа.
Выполнение индивидуального задания	15	Задание выполнено правильно, проектные решения обоснованы, приведен анализ полученного результата
	10	Задание выполнено в целом правильно, проектные решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полу-

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
		ченных результатов
Итого по индивидуальному заданию (максимально возможное)	15	Из расчёта 1 индивидуального задания
ИТОГО:	40	Максимально возможное
Для студентов заочной формы обучения		
Отчёт по лабораторной работе	10	Задание выполнено правильно, проектные решения обоснованы, приведен анализ полученного результата
	8	Задание выполнено в целом правильно, проектные решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
Итого по лабораторным работам (максимально возможное)	30	Из расчёта 5 лабораторных работ, оценивается каждая работа.
Выполнение индивидуального задания	10	Задание выполнено правильно, проектные решения обоснованы, приведен анализ полученного результата
	6	Задание выполнено в целом правильно, проектные решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
Итого по индивидуальному заданию (максимально возможное)	10	Из расчёта 1 индивидуального задания.
ИТОГО:	40	Максимально возможное

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена. Форма проведения экзамена – письменная. Экзаменационный билет включает в себя один теоретический вопрос и практическое задание, состоящее из четырех задач. При оценивании студента на экзамене преподаватель руководствуется критериями, приведенными в таблице 2.

Максимальное количество баллов за ответ на вопрос экзаменационного билета засчитывается студенту в случае, если ответ подтверждает владение студентом знаниями в полном объеме учебной программы, материал изложен в логической последовательности с выделением главного, содержит точные формулировки, сопровождается правильным программным кодом, иллюстрирующим результаты практического задания.

В случае, если ответ на теоретический вопрос не в полной мере отвечает приведенным требованиям, студенту засчитывается количество баллов, равное от 5 до 10. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос студент получает 0 баллов.

В случае, если задача практической части экзаменационного билета не в полной мере отвечает приведенным требованиям, студенту засчитывается коли-

чество баллов от 5 до 20. При отсутствии правильного решения задачи студент получает 0 баллов.

Таблица 2 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответ на вопросы экзаменационного билета	Теоретический вопрос 1	15
	Теоретический вопрос 2	15
	Практическое задание: 3	30
ИТОГО:		60

Итоговая оценка определяется путем суммирования количества баллов по результатам текущего контроля и количества баллов по результатам семестрового экзамена. **Максимально возможное количество баллов – 100.**

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	Удовлетворительно
60-69	E	
35-59	FX	Неудовлетворительно
0-34	F*	

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

4.4 Пример текущего опроса на лабораторных работах

На примере темы «Синтез регуляторов состояния с интегральным контроллером для SISO-объектов.»:

1. Достоинства и недостатки модального регулятора, регулятора с ООС.
2. Назначение интегрального контроллера.
3. Выбор собственных чисел матрицы динамики замкнутой системы.
4. Вывести модель расширенного объекта управления относительно вектора состояния объекта и ошибки рассогласования.
5. Вывести модель замкнутой системы с регулятором состояния и ООС по выходу.

Ответы на вопросы входного контроля учитываются преподавателем в результатах текущего контроля работы студента.

4.5 Курсовое проектирование

В учебном плане не запланировано

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I Основная литература

1. Васильков, Ю. В. Математическое моделирование объектов и систем автоматического управления : учебное пособие / Ю. В. Васильков, Н. Н. Василькова. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 428 с. — ISBN 978-5-9729-0386-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/98416.html>

2 Юрчук, С. Ю. Методы математического моделирования : учебное пособие / С. Ю. Юрчук. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2018. — 96 с. — ISBN 978-5-906953-43-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/78562.html>

3. Суркова, Л. Е. Моделирование систем автоматизации и управления технологическими процессами : практикум / Л. Е. Суркова, Н. В. Мокрова. — Саратов : Вузовское образование, 2019. — 46 с. — ISBN 978-5-4487-0496-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/82692.html>

II Дополнительная литература

4. Плохотников, К. Э. Методы разработки математических моделей и вычислительный эксперимент на базе пакета MATLAB : курс лекций / К. Э. Плохотников. — Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2017. — 628 с. — ISBN 978-5-91359-211-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/64926.html>

5. Лещева, О. В. Математическое моделирование производственных процессов : учебное пособие / О. В. Лещева. — Саратов : Вузовское образование, 2021. — 208 с. — ISBN 978-5-4487-0764-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102239.html>

6. Костюкова, Н. И. Основы математического моделирования : учебное пособие / Н. И. Костюкова. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 219 с. — ISBN 978-5-4497-0878-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102028.html>

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:

7. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Моделирование систем управления» : для студентов направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. автоматики и телекоммуникаций ; сост. Н. В. Жукова., М.А. Стрижко – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. (Доступ через личный кабинет студента).

8. Методические указания к выполнению индивидуального задания по курсу «Моделирование систем управления» : для студентов направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. автоматики и телекоммуникаций ; сост. Н. В. Жукова. – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. (Доступ через личный кабинет студента).

9. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Моделирование систем управления» : для студентов направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» (профиль подготовки «Управление и информатика в технических системах») всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. автоматики и телекоммуникаций ; сост. Н. В. Жукова. – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. (Доступ через личный кабинет студента).

Электронно-информационные ресурсы
ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.org/library>.

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Лекционные занятия

Учебная аудитория № 8.415, учебный корпус 8, для проведения лекционных и лабораторных занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: компьютер с выходом в сеть и возможностью подключения к сети «Интернет» (P4-1.7 Ghz); проектор мультимедийный EPSON EMP-X5; экран проекционный ELIT SCREENS M113XWS1; коммутационный шкаф; switch TP- Link; Patchpanel; wi-fi точка доступа. Специализированная мебель: столы; магнитно-маркерная доска. Системное обеспечение: операционная система Windows XP Professional x86/64 (академическая лицензия DreamSparkPremium); OpenOffice 2.0.3 (общественная лицензия MPL 2.0); Google Slides (бесплатная версия); Mozilla Firefox (общественная лицензия MPL 2.0)).

7.2 Лабораторные занятия

Учебная аудитория № 8.608, учебный корпус 8, для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: персональные компьютеры с выходом в сеть (iC DualCore 1.6 Ghz; iPE2140-1.6Ghz; iC DualCore 1.6 Ghz); экран проекционный Sopar 180*180. Лабораторное оборудование: генератор ГЗ-102;

генератор Г6-28; частотомер электронносчетный ЧЗ-33; источник питания пост. тока Б5-46; осциллограф универсальный С1-79; стойка приборная ДК 7067; микроскоп МБС-9; мультиметр В 1025; анализатор спектра НР 8753С; анализатор спектра НР 8569В; многофункциональный синтезатор НР 8904А; частотомер НР 5372А; генератор сигналов НР8656В4; стабилизатор ТЭС-15; генератор Г6-28; частотомер универсальный цифровой ЧЗ34; измеритель индукционный емкостной высокочастотный Е12-1; прибор для исследования АЧХ Х1-50; стабилизированный выпрямитель ТВ-1; микролаб КР580ИК80. Специализированная мебель: столы; магнитно-маркерная доска. Системное обеспечение: операционная система Windows XP Professional x86/64 (академическая лицензия DreamSparkPremium); OpenOffice 2.0.3 (общественная лицензия MPL 2.0); Google Slides (бесплатная версия); Mozilla Firefox (общественная лицензия MPL 2.0); GNU Octave-6.1.0 (общественная лицензия)).

7.3 Самостоятельная работа

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2, 3, 8 (аудитория №8.001) (компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. Системное обеспечение: операционная система Microsoft Windows 7 (академическая лицензия, OpenOffice 2.0.3 (общественная лицензия MPL 2.0), Mozilla Firefox (общественная лицензия MPL 2.0), Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) (общественная лицензия GNU).