

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.07 Математическое моделирование объектов и систем управления

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки 27.04.04 Управление в технических системах

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль) «Управление и информатика в технических системах»

(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: магистратура

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: очная, очно-заочная

(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения:	Очная	Очно-заочная
Семестр(ы)	2	3
Общая трудоёмкость в з.е./часах	3/108	3/108
Контактная работа (час.), в том числе:	55	22
лекции (час.)	34	8
лабораторные работы (час.)	17	8
практические (семинарские) занятия (час.)	0	0
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	17	50
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	0	0
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен, 36	экзамен, 36

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование объектов и систем управления» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах» (направленность (профиль) - «Управление и информатика в технических системах») для 2023 года приёма по очной и очно-заочной формам обучения.

Составитель:

доцент кафедры «Автоматика

и телекоммуникации», к.т.н., доцент

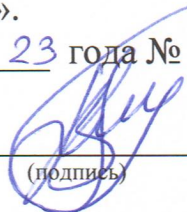

(подпись)

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 изучением методов математического моделирования сложных динамических объектов и систем управления.

Целью преподавания дисциплины является формирование систематизированных знаний об основных этапах и методах математического описания объектов и систем управления для моделирования процессов их функционирования средствами вычислительных систем, обеспечивающих качественную подготовку магистров по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах» (магистерская программа «Управление и информатика в технических системах»).

В результате освоения дисциплины студент должен

знать: теоретические основы математического моделирования; основные понятия и определения математического моделирования; свойства математических моделей и требования к ним; этапы математического моделирования объектов и систем управления; способы математического описания объектов и систем управления; методы математического моделирования сложных динамических объектов и систем управления.

уметь: разрабатывать математические модели процессов и объектов систем автоматизации и управления; применять методики моделирования объектов и систем управления различной физической природы; искать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию, выбирать методики и средства решения задач по теме исследования.

владеть: навыками проведения компьютерного моделирования объектов и процессов управления с применением современных математических методов и программных средств.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способен анализировать и выявлять естественнонаучную сущность проблем управления в технических системах на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики (ОПК-1);

- способен осуществлять оценку эффективности результатов разработки систем управления математическими методами (ОПК-4);

- способен осуществлять сбор и проводить анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления (ОПК-6);

- способен разрабатывать методики и выполнять эксперименты на действующих объектах с обработкой результатов на основе информационных технологий и технических средств (ОПК-9);

- способен применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности (ПК-1);

- способен анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения (ПК-2).

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин «Автоматизированное проектирование средств и систем управления», а также при освоении программы бакалавриата по направлению подготовки в рамках укрупненной группы 27.00.00 «Управление в технических системах».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении последующих дисциплин «Интеллектуальные системы управления», «Математические методы оптимизации», «Современные проблемы теории управления», а также прохождении производственной практики и государственной итоговой аттестации.

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование темы (содержательных модулей)	Количество часов (очная / очно-заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Лабор.	Практ. (Семина.)	СР
Тема 1. Понятие моделирования. Способы представления моделей	4/2	2/0	0/0	0	2/2
Тема 2. Детерминированные математические модели объектов управления с сосредоточенными параметрами.	16/16	6/2	6/2	0	4/12
Тема 3. Современные подходы модельного прогнозного управления.	20/20	10/2	6/2	0	4/16
Тема 4. Математические модели объектов с распределенными параметрами.	11/11	8/0	0/0	0	3/11
Тема 5. Моделирование и анализ событийных систем.	8/8	4/2	2/2	0	2/4
Тема 6. Моделирование и анализ дискретно-событийных систем.	9/9	4/2	3/2	0	2/5

Наименование темы (содержательных модулей)	Количество часов (очная / очно-заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Лабор.	Практ. (Семина.)	СР
Контактная работа (дополнительная)	4/6				
Курсовая работа (проект)	0/0				0/0
Итого по видам занятий	72/72	34/8	17/8	0/0	17/50
Контроль	36/36				
ИТОГО	108				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

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

3.2 Лекции

Тема 1. Понятие моделирования. Способы представления моделей.

Содержание темы 1: Введение. Предмет курса, его цели и задачи. Моделирование как метод научного познания. Использование моделирования при исследовании, проектировании и эксплуатации систем обработки информации и управления. Понятие о технологии. Возможности формализации больших систем. Адекватность и эффективность модели.

Литература к теме 1: [1, 2]

Тема 2. Детерминированные математические модели объектов управления с сосредоточенными параметрами.

Содержание темы 2: Объекты управления с сосредоточенными параметрами. Балансовые уравнения, кинетические и уравнения равновесия. Линеаризация математических моделей динамических режимов объектов управления. Структурные схемы объектов управления.

Литература к теме 2: [1, 2, 8]

Тема 3. Современные подходы модельного прогнозного управления.

Содержание темы 3: Теоретические основы моделей прогнозного управления. Общая структурная схема управления с прогнозированием. Динамический регулятор. Прогнозирующая модель. Оптимизатор. Горизонт прогноза. Критерий формирования управляющего воздействия на основе алгоритма МРС. Примеры синтеза МРС - регуляторов.

Литература к теме 3: [2, 4]

Тема 4. Математические модели объектов с распределенными параметрами.

Содержание темы 4: Моделирование систем в частных производных. Уравнения диффузии, тепломассопереноса. Схема расчета одномерной динамической системы с распределенными параметрами методом конечных разностей с использованием явного шаблона. Решение дифференциальных уравнений в частных производных с помощью пакетов прикладных программ для математического моделирования.

Литература к теме 4: [\[2, 3\]](#)

Тема 5. Моделирование и анализ систем массового обслуживания.

Содержание темы 5: Моделирование случайных величин с заданным законом распределения. Моделирование нормально распределенных случайных чисел. Моделирование системы случайных величин. Распределение Пуассона. Пуассоновский поток случайных событий. Потоки случайных событий с последствием. Моделирование марковских случайных процессов с дискретным временем. Моделирование марковских случайных процессов с непрерывным временем.

Литература к теме 5: [\[1, 2, 5\]](#)

Тема 6. Моделирование и анализ событийных систем.

Содержание темы 6: Машины состояний. Графы. Концепция конечного автомата. Примеры моделирования: динамика подвески автомобиля с учетом переключения передач. Моделирование управляющей логики на примере системы управления регулируемым светофорным перекрестком.

Литература к теме 6: [\[1, 2, 6\]](#)

3.3 Практические (семинарские) занятия

В учебном плане не запланировано.

3.4 Лабораторные работы

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн/очн.- заочн	Литература
1	Моделирование многомерных динамических систем средствами пакетов прикладных программ для математического моделирования.	4/4	[2, 6]
2	Проектирование непрерывного МРС - регулятора без ограничений для одномерных объектов средствами пакетов прикладных программ для математического моделирования	5/4	[4, 6, 9, 10]
3	Моделирование дискретно-непрерывных объектов средствами пакетов прикладных программ для математического	4/0	[6, 9, 10]

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн/очн.- заочн	Литера- тура
	моделирования.		
4	Моделирование и анализ дискретно-событийных систем средствами пакетов прикладных программ для математического моделирования.	4/0	[5, 6, 9, 10]
ИТОГО:		17/8	

3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/очн.-заочн
1	Изучение лекционного материала	9/25
2	Подготовка к практическим занятиям	0/0
3	Подготовка к лабораторным занятиям	8/25
4	Выполнение курсовой работы	0/0
5	Выполнение индивидуального задания	0/0
ИТОГО:		17/50

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

В учебном плане не запланировано.

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; ос-

новые 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. Основные понятия теории моделирования.
2. Цели и задачи моделирования.
3. Этапы моделирования, цель каждого этапа, методы, используемые на этих этапах, виды моделей.
4. Основные модели, используемые в системном анализе.
5. Принципы структурного анализа.
6. Методологии моделирования при структурном анализе.
7. Линеаризация математических моделей динамических режимов объектов управления.
8. Общая структурная схема управления с прогнозированием.
9. Динамический регулятор.
10. Прогнозирующая модель.
11. Горизонт прогноза.
12. Критерий формирования управляющего воздействия на основе алгоритма прогнозного управления.
13. Машины состояний. Графы.
14. Концепция конечного автомата.
15. Потoki случайных событий: простейший, нестационарный пуассоновский поток. Свойства и параметры потоков.
16. Системный подход к проектированию.

17. Дискретно-событийное моделирование.

Пример экзаменационного билета:

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Направление подготовки: 27.04.04 «Управление в технических системах»
Направленность (профиль): Управление и информатика в технических системах
Программа: магистратура
Семестр: 2
Учебная дисциплина: Математическое моделирование объектов и систем управления

БИЛЕТ №1

1. Общая структурная схема управления с прогнозированием.



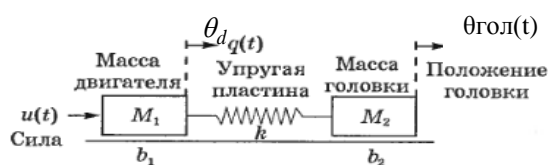
2 Для системы чтения информации с диска.

Цель управления – позиционирование считывающей головки на определенной дорожке диска. Регулируемая переменная – положение считывающей головки $\theta_{\text{гол}}(t)$, закрепленной на конце рычага.

Диск вращается со скоростью от 1800 до 7200 об/мин, а головка плавает над диском на расстоянии менее 100 нм. Требование к точности

позиционирования 1 мкм.

Перемещение головки от дорожки к дорожке должно совершаться не более, чем за 0,5с. Выбрать исходную конфигурацию системы – управление по отклонению с П - законом управления. Модель считывающего устройства представить как модель с двумя массами и упругой пластиной. Сила, приводящая в движение массу M_1 , создается двигателем постоянного тока, т.е. активным моментом M_d .



Параметры объекта и двигателя:

- постоянная двигателя $C=5$ Нм/А;
- сопротивление якоря $R=1$ Ом;
- индуктивность якоря 1 мГн ;
- момент инерции $J_d=1$ кг·м²;
- масса двигателя $M_1=0,02$ кг;

- масса головки $M_2=0,0005$ кг;
- коэффициент упругости пластины $10 \leq k \leq \infty$;
- коэффициент трения массы $b_1=410 \cdot 10^{-3}$ Кг/м/с;
- коэффициент трения массы $b_2=4,1 \cdot 10^{-3}$ Кг/м/с;

а) получить решения в преобразованиях Лапласа по основным регулируемым переменным: ток якоря двигателя постоянного тока $i(t)$, скорость вращения двигателя $\omega_d(t)$, угол поворота $\theta_d(t)$, и перемещение головки $\theta_{\text{гол}}(t)$, а также управляющего воздействия на двигатель $U(t)$ по пропорциональному закону. Выражение для возмущающего воздействия $m_c(t)$ на двигатель должно быть получено исходя из модели упругой пластины;

б) построить структурную схему замкнутой САУ положением головки $\theta_{\text{гол}}(t)$ используя решения, полученные в пункте а);

в) с помощью пакета прикладных программ построить схему моделирования замкнутой САУ заданным положением головки $\theta_{\text{гол}}(t)$ равным 0,1 рад. Получить переходную харак-

теристику регулируемой переменной $\theta_{\text{гол}}(t)$ с возможным перерегулированием (1...3%) и временем регулирования 0,5 с;

г) проанализировать влияние коэффициента упругости пластины на скорость движения головки по переходным характеристикам и дать рекомендации по выбору данного коэффициента.

Утверждено на заседании кафедры автоматики и телекоммуникаций,

протокол № ___ от __. __. 20__ г.

Зав. кафедрой

Турупалов В.В.

Экзаменатор

Волуева О.С.

4.3 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины «Математическое моделирование объектов и систем автоматизации» производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

Текущий контроль знаний студента очной формы обучения осуществляется по результатам лабораторных работ; студента очно-заочной формы обучения – по результатам выполнения индивидуального задания (контрольной работы).

Выполнение лабораторных работ с защитой отчёта, выполнение индивидуального задания (контрольной работы), 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
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)	40	Из расчёта 4 лабораторных работ, оценивается каждая работа.
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 критерия-

ми, 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 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 количество баллов, равное 5. 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	20
	Практическое задание:	
	А	10
	Б	10
	В	10
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	
60-69	E	Удовлетворительно
35-59	FX	
0-34	F*	

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

4.4 Пример текущего опроса на лабораторных работах

На примере темы «Моделирование многомерных динамических систем средствами пакетов прикладных программ для математического моделирования»:

1. Принципы проектирования регулятора для многомерного объекта.
2. Решение алгебраического уравнения Сильвестра.
3. Если в системе присутствует статическая ошибка, как можно ее устранить?
4. Как влияет величина управляющего воздействия на качество переходных процессов?

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. Осипова, Н. В. Математическое моделирование объектов и систем управления : учебное пособие / Н. В. Осипова. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2019. — 67 с. — ISBN 978-5-906953-66-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/98193.html>.

2. Зариковская, Н. В. Математическое моделирование систем : учебное пособие / Н. В. Зариковская. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014. — 168 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/72124.html>.

3. Плешивцева, Ю. Э. Моделирование и оптимальное управление объектами с распределенными параметрами : учебное пособие / Ю. Э. Плешивцева, А. А. Афиногентов. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. — 100 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/90634.html>.

II Дополнительная литература

4. Жмудь, В. А. Системы автоматического управления. Новые концепции и структуры регуляторов : учебник / В. А. Жмудь, Л. Димитров, Я. Носек. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 157 с. — ISBN 978-5-4486-0477-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/80291.html>.

5. Мицель, А. А. Сборник задач по имитационному моделированию экономических процессов / А. А. Мицель, Е. Б. Грибанова. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. — 218 с. — ISBN 978-5-86889-358-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/72177.html>.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:

6. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Математическое моделирование объектов и систем автоматизации» : для студентов направления подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах» (магистерская программа «Управление и информатика в технических системах») всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. автоматики и телекоммуникаций ; сост. Н. В. Жукова. — Донецк : ДОННТУ, 2020. — Систем. требования: Acrobat Reader. — Загл. с титул. экрана. (Доступ через личный кабинет студента).

7. Методические указания к выполнению контрольной работы по курсу «Математическое моделирование объектов и систем автоматизации» : для студентов направления подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах» (магистерская программа «Управление и информатика в технических системах») всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. автоматики и телекоммуникаций ; сост. Н. В. Жукова. — Донецк : ДОННТУ, 2020. — Систем. требования: Acrobat Reader. — Загл. с титул. экрана. (Доступ через личный кабинет студента).

8. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Математическое моделирование объектов и систем автоматизации» : для магистрантов направления подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах» (магистерская программа «Управление и информатика в технических системах») всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. автоматики и телекоммуникаций ; сост. Н. В. Жукова. — Донецк : ДОННТУ, 2020. — Систем. требования: Acrobat Reader. — Загл. с титул. экрана. (Доступ через личный кабинет студента)

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

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Лекционные занятия

Учебная аудитория № 8.415, учебный корпус 8, для проведения лекционных, 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 неограничен-

ного 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).