

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



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

А.А. Каракозов

(подпись)

03

20 23 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.01 Автоматизированное проектирование средств 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: «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)	1	2
Общая трудоёмкость в ЗЕТ/часах	4,0/144	4,0/144
Контактная работа (час.), в том числе:	57	24
лекции (час.)	17	8
лабораторные работы (час.)	34	8
практические (семинарские) занятия (час.)	-	-
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	51	84
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	1/27	2/27
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экз., 36	экз., 36

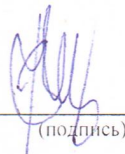
Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Автоматизированное проектирование средств и систем управления» составлена в соответствии с учебным планом 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 автоматики

и телекоммуникаций, к.т.н., доцент _____



(подпись)

Червинский В.В.

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры автоматики и телекоммуникаций.

Протокол от «29» 03 2023 года № 4.

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

Турупалов В.В.

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

Протокол от «29» 03 2023 года № 4.

Председатель _____

(подпись)

Суков С.Ф.

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры автоматики и телекоммуникаций.

Протокол от «__» _____ 20__ года № ____.

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры автоматики и телекоммуникаций.

Протокол от «__» _____ 20__ года № ____.

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры автоматики и телекоммуникаций.

Протокол от «__» _____ 20__ года № ____.

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы, связанные с изучением основных принципов автоматизации проектирования средств и систем управления, математических и методологических основ и технического обеспечения анализа и оптимизации проектных решений, программных средств поддержки процесса проектирования и подготовки проектной документации.

Целью преподавания дисциплины является приобретение магистрантами теоретических знаний и практических навыков в области автоматизации проектирования средств и систем управления, современных методов автоматизированного синтеза детерминированных и стохастических систем управления, обеспечивающих качественную подготовку магистров по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах» (направленность (профиль) «Управление и информатика в технических системах»).

В результате освоения дисциплины магистрант должен:

знать:

- методы построения моделей исследуемых процессов, явлений, объектов и систем
- математические методы оценки эффективности результатов разработки систем автоматизации и управления
- методы критического анализа и оценки современных научных достижений, в том числе с использованием современных информационных технологий
- подходы к анализу современных методов разработки технического, информационного и алгоритмического обеспечения систем автоматизации и управления
- варианты схмотехнических, системотехнических и аппаратно-программных решений для систем автоматизации и управления техническими объектами и процессами.

уметь:

- применять подходы по анализу методов математического моделирования сложных объектов и систем управления
- осуществлять оценку эффективности функционирования систем автоматизации и управления с использованием математических методов
- получать новые знания на основе методов научного познания; собирать и анализировать данные по сложным научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и решений на основе действий, эксперимента и опыта
- выполнять обоснование, выбор вариантов, разработку схмотехнических, системотехнических и аппаратно-программных решений для систем автоматизации и управления техническими объектами и процессами.

владеть:

- навыками формирования математического описания сложного объекта управления с учетом изменения внешних и внутренних условий
- навыками формулирования математических критериев для оценки эффективности результатов разработки систем управления
- навыками исследования в сфере профессиональной деятельности с применением системного подхода; выявления научных проблем и использования адекватных методов для их решения; формулирования и высказывания аргументированных оценочных суждений при решении проблемных профессиональных ситуаций.
- навыками разработки и практической реализации схмотехнических, системотехнических и аппаратно-программных решений для систем автоматизации и управления техническими объектами и процессами.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способен формулировать задачи управления в технических системах и обосновывать методы их решения (ОПК-2);
- 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 осуществлять обоснованный выбор, разрабатывать и реализовывать на практике схмотехнические, системотехнические и аппаратно-программные решения для систем автоматизации и управления (ОПК-7).

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 программы бакалавриата по направлению подготовки в рамках укрупненной группы 27.00.00 «Управление в технических системах».

Знания, умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при прохождении учебной и производственной практики, прохождении государственной итоговой аттестации, при изучении дисциплин:

- «Математическое моделирование объектов и систем управления»;
- «Современные проблемы теории управления»;
- «Интеллектуальные системы управления»;
- «Математические методы оптимизации».

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.	СР
Тема 1. Инструментальные средства и технологии комплексной автоматизации этапа проектирования средств и систем управления	3/3	2/1	0/0	-	1/2
Тема 2. Модели и методы анализа систем и средств управления при автоматизации этапа проектирования	3/3	2/1	0/0	-	1/2
Тема 3. Модели и методы синтеза систем и средств управления при автоматизации этапа проектирования	3/3	2/1	0/0		1/2
Тема 4. САПР для проектирования и оптимизации детерминированных САУ	20/18	2/1	12/2	-	6/15
Тема 5. САПР для проектирования и оптимизации стохастических САУ	9/9	2/1	4/0	-	3/8
Тема 6. Проектирование фильтров Калмана средствами прикладных программ для динамического моделирования	12/12	2/1	6/2	-	4/9
Тема 7. Проектирование оптимальных линейно - квадратических гауссовских регуляторов в среде прикладных программ для динамического моделирования	13/13	3/1	6/2	-	4/10
Тема 8. Динамическая оптимизация стохастических САУ средствами прикладных программ для динамического моделирования	12/12	2/1	6/2	-	4/9
Контактная работа (дополнительная)	6/8				
Курсовая работа	27/27				27/27
Итого по видам занятий	108/108	17/8	34/8	0/0	51/84
Контроль	36/36				
ИТОГО	144/144				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
ОПК-2	Темы 1, 2, 3
ОПК-4	Темы 4, 5, 6, 7, 8
ОПК-6	Темы 4, 5, 6, 7, 8
ОПК-7	Темы 1, 2, 3

3.2 Лекции

Тема 1. Инструментальные средства и технологии комплексной автоматизации этапа проектирования средств и систем управления.

Содержание темы 1:

Введение. Задачи курса. Проблематика автоматизированного проектирования. Постановка задачи автоматизации проектирования систем и средств управления. Системный подход к проектированию систем и средств управления. Структуризация процесса проектирования систем и средств управления. Классификация САПР. Функциональное назначение интегрированных CAE/CAD/CAM-систем при проектировании систем и средств управления. Функциональный и структурный состав интегрированных САПР.

Литература к теме 1: [[1](#), [2](#)]

Тема 2. Модели и методы анализа систем и средств управления при автоматизации этапа проектирования.

Содержание темы 2:

Модельное представление средств и систем управления. Методы формирования моделей систем и средств управления. Методы анализа систем и средств управления в САПР и требования к ним. Алгоритмы и методы анализа статических режимов систем и средств управления в интегрированных САПР. Алгоритмы и методы анализа систем и средств управления во временной области в интегрированных САПР.

Литература к теме 2: [[1](#), [2](#)]

Тема 3. Модели и методы синтеза систем и средств управления при автоматизации этапа проектирования.

Содержание темы 3:

Методы и алгоритмы параметрической оптимизации систем и средств управления в интегрированных САПР. Классификация процедур структурного синтеза технических систем в САПР. Алгоритмы и методы структурного синтеза систем и средств управления в САПР.

Литература к теме 3: [[1](#), [2](#)]

Тема 4. САПР для проектирования и оптимизации детерминированных САУ.

Содержание темы 4:

Модели САУ при проектировании. Управляемость и наблюдаемость. Оптимальное управление. Синтез наблюдающих устройств полного и пониженного порядков. Моделирование замкнутой САУ с наблюдающими устройствами.

Литература к теме 4: [[2](#), [4](#), [6](#), [9](#), [10](#)]

Тема 5. САПР для проектирования и оптимизации стохастических САУ.

Содержание темы 5:

Анализ случайных процессов. Основные характеристики случайных процессов. Стационарные случайные процессы. Расширенная динамическая система, формирующий фильтр. Преобразование динамической системой случайной помехи. Оценка состояния системы в условиях помех.

Литература к теме 5: [[3](#), [4](#), [6](#), [9](#), [10](#)]

Тема 6. Проектирование фильтра Калмана средствами прикладных программ для динамического моделирования.

Содержание темы 6:

Методика синтеза фильтра Калмана. Критерий синтеза фильтра Калмана. Структура стохастической САУ с фильтром Калмана. Моделирование объекта управления с фильтром Калмана.

Литература к теме 6: [[3](#), [4](#), [6](#), [9](#), [10](#)]

Тема 7. Проектирование оптимальных линейно - квадратических гауссовских регуляторов средствами прикладных программ для динамического моделирования.

Содержание темы 7:

Постановка задачи синтеза оптимального линейно-квадратического гауссовского регулятора (ЛКГ). Методика синтеза ЛКГ. Моделирование динамики стохастической САУ с фильтром Калмана.

Литература к теме 7: [[3](#), [4](#), [6](#), [9](#), [10](#)]

Тема 8. Динамическая оптимизация стохастических САУ прикладных программ для динамического моделирования.

Содержание темы 8:

Постановка задачи динамической оптимизации. Исследование метода динамической оптимизации средствами прикладных программ для динамического моделирования в условиях стохастической САУ.

Литература к теме 8: [[3](#), [4](#), [6](#), [9](#), [10](#)]

3.3 Практические (семинарские) занятия

В учебном плане не запланировано.

3.4 Лабораторные работы

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн/очн.- заочн	Литера- тура
1	Проектирование нечетких регуляторов.	4/2	[5 , 6]
2	Синтез оптимальных регуляторов	4/0	[4 , 6]

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн/очн.- заочн	Литера- тура
3	Проектирование наблюдателей для линейных детерминированных систем.	4/0	[4, 6]
4	Проектирование линейных систем при случайных воздействиях. Построение корреляционных функций.	4/0	[3, 4, 6]
5	Синтез фильтра Калмана, Анализ динамики стохастической САУ.	6/2	[3, 6]
6	Проектирование наблюдателя – линейно-квадратического гауссовского регулятора.	6/2	[3, 6, , 9, 10]
7	Исследование метода динамической оптимизации средствами прикладных программ для динамического моделирования в условиях стохастической САУ.	6/2	[3, 6, 9, 10]
ИТОГО:		34/8	

3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/очн.-заочн
1	Изучение лекционного материала	8/20
2	Подготовка к практическим занятиям	0/0
3	Подготовка к лабораторным занятиям	16/37
4	Выполнение курсовой работы	27/27
ИТОГО:		51/84

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Учебным планом в рамках освоения дисциплины предусмотрено выполнение студентами **курсовой работы**.

Тематика курсовой работы связана с исследованиями методов и алгоритмов автоматизированного проектирования систем и средств управления.

Цель курсовой работы – автоматизированный синтез САУ объектами, которые рассматриваются студентами как базовые в темах магистерских диссертаций.

Курсовая работа должна содержать анализ процесса как объекта автоматического управления с точки зрения материальных потоков и их информационных переменных, разработку концепции построения САУ, разработку структурной схемы САУ, автоматизированный синтез САУ, анализ динамики разработанной САУ.

Разработка всех разделов работы должна базироваться на максимальном использовании прогрессивных технических средств и передовой технологии. Соответствующие решения – приниматься на основе анализа современной технической литературы.

Объем курсовой работы – не более 40 страниц сброшюрованных рукописного или машинописного текста. Студент обязан оформить работу строго в соответствии с установленными требованиями.

Теоретические сведения для исследования из следующих источников [[1](#) - [7](#), [9](#), [10](#)].

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. Не 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. Системный подход к проектированию.
2. Структура процесса проектирования.
3. Структура технического обеспечения САПР.

4. Математическое обеспечение анализа проектных решений. Компоненты математического обеспечения.
5. Математическое обеспечение синтеза проектных решений.
6. Постановка задач параметрического синтеза.
7. Постановка задач структурного синтеза.
8. Методы структурного синтеза в САПР.
9. Системные среды САПР: назначение и состав.
10. Методики проектирования автоматизированных систем.
11. Автоматизированный синтез оптимального регулятора по интегрально-квадратичному критерию качества.
12. Критерий синтеза устройств оценки состояния в детерминированных САУ.
13. Автоматизированный синтез наблюдателя Люенбергера (полного порядка).
14. Автоматизированный синтез редуцированного наблюдателя (пониженного порядка).
15. Критерий синтеза устройств оценки состояния в стохастических САУ.
16. Автоматизированный синтез фильтра Калмана.
17. Автоматизированный ЛКГ – регулятора стохастических САУ.

Пример экзаменационного билета:

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Программа подготовки: магистратура

Направление подготовки: 27.04.04 «Управление в технических системах»

Магистерская программа: Управление и информатика в технических системах

Семестр: 1

Учебная дисциплина: Автоматизированное проектирование средств и систем управления

БИЛЕТ № 1

1. Структура технического обеспечения САПР.

2. Для объекта управления, заданного передаточной функцией $W(s) = \frac{y(s)}{u(s)} = \frac{50(1+0.2s)}{s^2(1+0.02s)}$:

а) получить описание объекта в пространстве состояний;

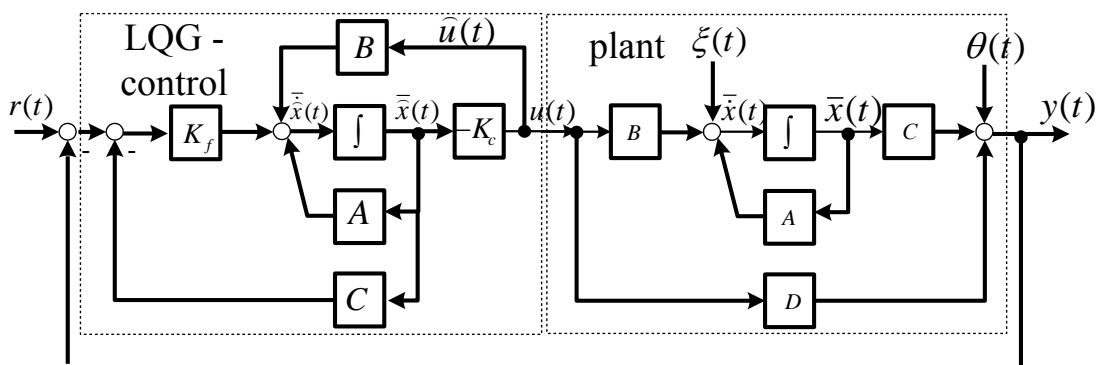
б) синтезировать редуцированный наблюдатель, считая измеряемой переменной $x_1(t)$. Получить переходные характеристики системы относительно переменных состояния $\bar{x}(t)$ и их оценки $\hat{\bar{x}}(t)$.

в) сформировать БГШ с такими характеристиками: $E[\xi(t)\xi^T(t)] = \Xi \geq 0$; $E[\theta(t)\theta^T(t)] = \Theta > 0$, $\Xi = \Gamma\Xi\Gamma^T$, где Γ – вектор столбец приведения шумов к объекту выбрать произвольным; задать параметры формирующих фильтров и пропустить через них БГШ. Синтезировать Калмана с помощью команды:

$$[G_k, K_f, P_f] = \text{kalman}(G, \Xi, \Theta),$$

где G – расширенная модель объекта в пространстве состояний с учетом БГШ, т.е. $G = \{A, \tilde{B}, C, \tilde{D}\}$, $\tilde{B} = [B, \Gamma]$, $\tilde{D} = [\text{zeros}(m, r)]$.

г) по заданным показателям качества ($t_{\text{пер}}=0,5\text{с}$ и $\Delta h=8\%$) синтезировать LQG- регулятор и получить переходные характеристики замкнутой системы, по заданной структуре САУ



Структура САУ с LQG регулятором и фильтром Калмана

Утверждено на заседании кафедры автоматики и телекоммуникаций,
 протокол № ____ от _____.20____ г.
 Заведующий кафедрой _____ Турупалов В.В.

КРИТЕРИИ

оценивания экзаменационной работы

по дисциплине «Автоматизированное проектирование средств и систем управления»
 для обучающихся по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах»
 (магистерская программа – Управление и информатика в технических системах)

Экзамен проводится письменно по билетам. В каждом билете содержится один теоретический вопрос и практическое задание, состоящее из четырех задач, которые необходимо решить с помощью средств прикладных программ для динамического моделирования.

Правильный ответ на теоретический вопрос оценивается в двадцать баллов. Если ответ не полный, то он оценивается в десять баллов.

Каждая правильно решенная задача практического задания оценивается в десять баллов. Если ответ не полный, то он оценивается в пять баллов. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос обучающийся получает ноль баллов. Полученные баллы за ответы на вопросы билета суммируются и с учётом результатов текущего контроля работы студента выводится итоговая оценка по 100-балльной шкале.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ESTS.

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 «Автоматизированное проектирование средств и систем управления» производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

Текущий контроль знаний студента очной и очно-заочной форм обучения

осуществляется по результатам лабораторных.

Выполнение лабораторных работ с защитой отчёта, выполнение курсовой 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
Для студентов очной формы обучения		
Отчёт по лабораторной работе * - по 1 и 2 лабораторной работе	6 5*	Задание выполнено правильно, проектные решения обоснованы, приведен анализ полученного результата
	5 4*	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 7 лабораторных работ, оценивается каждая работа.
ИТОГО:	40	Максимально возможное
Для студентов очно-заочной формы обучения		
Отчёт по лабораторной работе * - по 1 и 2 лабораторной работе	7 6*	Задание выполнено правильно, проектные решения обоснованы, приведен анализ полученного результата
	6 5*	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 6 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 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 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
	Г	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*	Неудовлетворительно

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

4.4 Пример текущего опроса на лабораторных работах

На примере темы «САПР для проектирования и оптимизации стохастических САУ»:

1. Основные характеристики стационарных случайных процессов.
2. Для следующих сигналов:
 - постоянная величина $\eta(t) = K$;
 - синусоида $\eta(t) = A \sin(\omega t)$;
 - чистый случайный процесс $\eta(t)$ – БГШ с интенсивностью N ;
 - синусоида, искаженная случайным процессом,

получить корреляционные функции по формуле $R_{\eta(\tau)} = [1/(T - \tau)] \cdot \sum_{n=1}^{k-m} \eta_n \cdot \eta_{n+m}$ и с помощью встроенной функции $[\text{tau}, R_{xx}] = \text{ACORR}(x, dt)$; сравнить результаты. Параметры исходных функций задать самостоятельно.

3. Понятие расширенной динамической системы, формирующего фильтра, Гауссово-Марковского случайного процесса.

4. Матрица Гамильтона. Решение уравнение Рикати.

5. Критерий синтеза фильтра Калмана.

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

4.5 Курсовое проектирование

При оценивании результатов курсовой работы руководствуются следующим распределением максимально возможного количества баллов по основным разделам проекта:

№ п/п	Наименование раздела	Максимально возможное количество баллов
1	Анализ объекта автоматизации	10
2	Математическая модель объекта управления	30
3	Концепция построения САУ	10
4	Синтез САУ	50
ИТОГО		100

Оценивание раздела производится исходя из следующего:

- правильная и обоснованная постановка задачи на управление объектом автоматизации; грамотно разработанная концепция построения САУ, отражающая принцип управления, структуру САУ с выделением основных каналов управления и возмущения, обеспечивающая достижение цели САУ; правильно выполненный синтез САУ и анализ динамики разработанной САУ с применением современных инструментальных средств; четкая и точная формулировка результатов курсовой работы – максимально возможное количество баллов;

- правильное проектное решение с замечаниями по обоснованию (изложение материала не всегда логичное), имеются замечания по формализации модели, к выбору математического аппарата, приведенным расчётам и использованию его результатов – от 1/3 до 2/3 от максимально возможного количества баллов;

- неверное проектное решение, неумение выполнить анализ, формализацию модели объекта управления и синтез САУ для получения необходимых результатов – ноль баллов.

В результате суммирования набранных по разделам баллов руководитель курсовой работы определяет предварительную итоговую оценку, которая может быть снижена комиссией из числа преподавателей кафедры по результатам защиты курсовой работы.

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I Основная литература

1. Основы САПР : учебное пособие / И. В. Крысова, М. Н. Одинец, Т. М. Мясоедова, Д. С. Корчагин. — Омск : Омский государственный технический университет, 2017. — 92 с. — ISBN 978-5-8149-2423-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/78451.html>.
2. Ушаков, Д. М. Введение в математические основы САПР : курс лекций / Д. М. Ушаков. — 2-е изд. — Саратов : Профобразование, 2019. — 208 с. — ISBN 978-5-4488-0098-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/87987.html>.
3. Проектирование регуляторов для стохастических систем и объектов с неопределенными параметрами / В. В. Григорьев, С. В. Быстров, В. И. Бойков [и др.]. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2013. — 176 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/68694.html>.

II Дополнительная литература

4. Перельмутер, В. М. Пакеты расширения MATLAB. Control System Toolbox и Robust Control Toolbox / В. М. Перельмутер. — Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2016. — 224 с. — ISBN 978-5-91359-023-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/90366.html>.
5. Соловьев, В. В. Основы нечеткого моделирования в среде Matlab : учебное пособие / В. В. Соловьев, В. В. Шадрина, Е. А. Шестова. — Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2015. — 99 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/78689.html>.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

6. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Автоматизированное проектирование средств и систем управления» : для студентов направления подготовки 27.04.04 «Управление 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 курсовой работы по курсу «Автоматизированное проектирование средств и систем управления» : 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 «Автоматизированное проектирование средств и систем управления» : 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 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; стабилизи-

рованный 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 Курсовое проектирование:

Учебная аудитория № 8.608, учебный корпус 8, для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ), 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)).

7.4 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).