

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Кафедра « Электропривод и автоматизация промышленных установок »

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

И.В. Макурин

20__ г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины « Моделирование систем управления »

основной профессиональной образовательной программы
подготовки бакалавров по направлению

27.03.04 «Управление в технических системах»,

профиль «Автоматизация и управление технологическими процессами»

Форма обучения Очная

Технология обучения Традиционная

Комсомольск-на-Амуре 20__

Автор рабочей программы
доцент, канд. техн. наук, доцент


_____А.С. Гудим
« ____ » _____ 20__ г.

СОГЛАСОВАНО

Директор библиотеки


_____И.А. Романовская
« ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой ПЭ


_____В.А. Соловьев
« ____ » _____ 20__ г.

Декан электротехнического факультета


_____А.С. Гудим
« ____ » _____ 20__ г.

Начальник учебно-методического
управления


_____Е.Е. Поздеева
« ____ » _____ 20__ г.

Введение

Рабочая программа дисциплины «Моделирование систем управления» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 20.10.2015 № 1171, и основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 27.03.04 «Управление в технических системах».

1 Аннотация дисциплины

Наименование дисциплины	<u>Моделирование систем управления</u>							
Цель дисциплины	Формирование у студентов комплекса знаний, умений и навыков по идентификации, анализу и синтезу систем управления техническими объектами; принципов моделирования систем, реализующих новые информационные технологии и использующие инструментальные (программные и технические) средства моделирования процессов функционирования систем.							
Задачи дисциплины	Освоение студентами основных классов моделей систем, технологий их моделирования, принципов построения моделей и процессов функционирования систем; приобретение умений и практических навыков формализации и построения алгоритмов моделей проектируемых объектов, использования современных программно-технических средств реализации моделей и методов машинного моделирования.							
Основные разделы дисциплины	Основные определения и понятия теории моделирования систем. Классификация и описание видов моделирования систем. Подходы к исследованию систем. Стадии разработки моделей. Типовые математические схемы моделирования систем. Непрерывно-детерминированные модели (D-схемы).							
Общая трудоемкость дисциплины	5 з.е. / 180 академических часов							
		Аудиторная нагрузка, ч				СРС, ч	Промежуточная аттестация, ч	Всего за семестр, ч
	Семестр	Лекции	Пр. занятия	Лаб. работы	Курсовое проектирование			
	7 семестр	34	–	51	–	59	36	180
ИТОГО:		34	–	51	–	59	36	180

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Дисциплина «Моделирование систем управления» нацелена на формирование компетенций, знаний, умений и навыков, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, знания, умения, навыки

Наименование и шифр компетенции, в формировании которой принимает участие дисциплина	Перечень формируемых знаний, умений, навыков, предусмотренных образовательной программой		
	Перечень знаний (с указанием шифра)	Перечень умений (с указанием шифра)	Перечень навыков (с указанием шифра)
ПК-2 Способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	31(ПК-2-6) Основные программные средства для моделирования автоматизированных систем управления	У1(ПК-2-6) Разрабатывать процедуры экспериментальных исследований с целью получения адекватных моделей АСУ	Н1(ПК-2-6) Разработки стадий и этапов экспериментальных исследований эксплуатируемых АСУ
	32(ПК-2-6) Математические способы описания автоматизированных систем управления	У2(ПК-2-6) Проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств	Н1(ПК-2-6) Разработки требований к замене или модернизации элементов АСУ по результатам ее моделирования

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Моделирование систем управления» изучается на 4 курсе в 7 семестре. Дисциплина является вариативной дисциплиной входит, в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к вариативной части, является дисциплиной по выбору.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения и навыки, сформированные на предыдущих этапах освоения компетенции ПК-2, в процессе изучения дисциплин:

Этап 1 ПК-2-1 «Программные среды инженерных расчетов»;

Этап 2 ПК-2-2, этап 3 ПК-2-3 «Теория автоматического управления»;

Этап 4 ПК-2-4 «Дискретные системы управления»;

Этап 5 ПК-2-5 «Научно-исследовательская работа».

Знания, умения и навыки, сформированные дисциплиной «Моделирование систем управления» закрепляются преддипломной практикой и являются основной для успешного выполнения выпускной квалификационной работы.

Входной контроль при изучении дисциплины не проводится.

4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	180
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	85
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	34
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	51
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа, включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	59
Промежуточная аттестация обучающихся	36

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				компетенции	ЗУН
1	2	4	3	5	6
Раздел 1 Основные определения и понятия теории моделирования систем					
Тема 1.1 Предмет курса, его цели и задачи. Содержание курса и его связь с другими дисциплинами направления.	Лекция	2	традиционная	ПК-2	31(ПК-2-6)
Тема 1.2 Основные опре-	Лекция	2	традици-	ПК-2	31(ПК-2-6)

1	2	4	3	5	6
деления и понятия теории подобия и моделирования. Задачи разработки систем на базе современных математических методов, реализуемых с использованием программно-технических средств.			онная		
Математические модели систем автоматического управления	Лабораторная работа	17	моделирование	ПК-2	У1(ПК-2-6) Н1(ПК-2-6)
	СРС	3	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-2	31(ПК-2-6)
	СРС	6	подготовка к лабораторным занятиям	ПК-2	31(ПК-2-6) У1(ПК-2-6) Н1(ПК-2-6)
	СРС	4	подготовка и выполнение РГР	ПК-2	31(ПК-2-6) У2(ПК-2-6) Н2(ПК-2-6)
ИТОГО по разделу 1	Лекции	4	—	—	—
	Лабораторная работа	17	—	—	—
	СРС	13	—	—	—
Раздел 2 Классификация и описание видов моделирования систем					
Тема 2.1 Уровни классификации и описание видов моделирования систем и моделей.	Лекция	2	традиционная	ПК-2	31(ПК-2-6)
Тема 2.2 Структура моделей, примеры. Современные тенденции, имитационные модели.	Лекция	2	традиционная	ПК-2	31(ПК-2-6)
	СРС	4	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-2	31(ПК-2-6)
	СРС	4	подготовка и выполнение РГР	ПК-2	31(ПК-2-6) У2(ПК-2-6) Н2(ПК-2-6)
ИТОГО по разделу 2	Лекции	4	—	—	—
	СРС	8	—	—	—
Раздел 3 Подходы к исследованию систем. Стадии разработки моделей.					
Тема 3.1 Задачи разработки систем на базе современных математических методов, реализуемых с использованием программно-технических средств.	Лекция	2	традиционная	ПК-2	31(ПК-2-6) 32(ПК-2-6)
Тема 3.2 Понятие сложной системы, подсистемы и элемента.	Лекция	2	традиционная	ПК-2	31(ПК-2-6) 32(ПК-2-6)
Тема 3.3 Структура, функ-	Лекция	2	традици-	ПК-2	31(ПК-2-6)

1	2	4	3	5	6
ции, переменные, параметры, состояния и характеристики большой системы.			онная		32(ПК-2-6)
Тема 3.4 Базовые подходы к описанию и исследованию процессов функционирования сложных систем.	Лекция	2	традиционная	ПК-2	31(ПК-2-6) 32(ПК-2-6)
Тема 3.5 Цели моделирования. Стадии разработки моделей, этапы моделирования.	Лекция	2	традиционная	ПК-2	31(ПК-2-6) 32(ПК-2-6)
Моделирование линейной системы автоматического управления	Лабораторная работа	17	моделирование	ПК-2	У1(ПК-2-6) Н1(ПК-2-6)
	СРС	4	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-2	31(ПК-2-6) 32(ПК-2-6)
	СРС	7	подготовка к лабораторным занятиям	ПК-2	31(ПК-2-6) У1(ПК-2-6) Н1(ПК-2-6)
	СРС	4	подготовка и выполнение РГР	ПК-2	31(ПК-2-6) У2(ПК-2-6) Н2(ПК-2-6)
ИТОГО по разделу 3	Лекции	10	–	–	–
	Лабораторная работа	17	–	–	–
	СРС	15	–	–	–
Раздел 4 Типовые математические схемы моделирования систем					
Тема 4.1 Последовательность разработки и компьютерной реализации моделей систем.	Лекция	2	традиционная	ПК-2	32(ПК-2-6)
Тема 4.2 Построение концептуальной модели системы. Проверка адекватности модели и объекта моделирования.	Лекция	2	традиционная	ПК-2	32(ПК-2-6)
Тема 4.3 Формализация и алгоритмизация. Получение и интерпретация результатов моделирования.	Лекция	2	традиционная	ПК-2	32(ПК-2-6)
Тема 4.4 Документирование этапов моделирования систем. Типовые математические схемы моделирования систем.	Лекция	2	традиционная	ПК-2	32(ПК-2-6)
Тема 4.5 Непрерывно-детерминированные модели (D-схемы), дискретно-детерминированные модели (F-схемы), дискретно-стохастические модели (P-	Лекция	2	традиционная	ПК-2	32(ПК-2-6)

1	2	4	3	5	6
схемы), непрерывно-стохастические модели (Q-схемы), сетевые модели, комбинированные модели. Общее описание, возможности применения.					
	СРС	4	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-2	32(ПК-2-6)
	СРС	4	подготовка и выполнение РГР	ПК-2	32(ПК-2-6) У2(ПК-2-6) Н2(ПК-2-6)
ИТОГО по разделу 4	Лекции	10	–	–	–
	СРС	8	–	–	–
Раздел 5. Непрерывно-детерминированные модели (D-схемы)					
Тема 5.1 Математическое описание D-схем, основные соотношения, возможные приложения, примеры.	Лекция	2	традиционная	ПК-2	31(ПК-2-6) 32(ПК-2-6)
Тема 5.2 Технические оптимумы, использование типовых настроек.	Лекция	2	традиционная	ПК-2	31(ПК-2-6) 32(ПК-2-6)
Тема 5.3 Контуры регулирования, принцип подчинённого регулирования, реализация	Лекция	2	традиционная	ПК-2	31(ПК-2-6) 32(ПК-2-6)
Синтез и оптимизация системы автоматического управления	Лабораторная работа	17	моделирование	ПК-2	У1(ПК-2-6) Н1(ПК-2-6)
	СРС	4	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-2	31(ПК-2-6) 32(ПК-2-6)
	СРС	7	подготовка к лабораторным занятиям	ПК-2	31(ПК-2-6) 32(ПК-2-6) У1(ПК-2-6) Н1(ПК-2-6)
	СРС	4	подготовка и выполнение РГР	ПК-2	31(ПК-2-6) У2(ПК-2-6) Н2(ПК-2-6)
ИТОГО по разделу 5	Лекции	6	–	–	–
	Лабораторная работа	17	–	–	–
	СРС	15	–	–	–
Промежуточная аттестация по дисциплине		36	Экзамен	–	–
ИТОГО по дисциплине	Лекции	34	–	–	–
	Лабораторная работа	51	–	–	–
	СРС	59	–	–	–
ИТОГО: общая трудоемкость дисциплины 180 часов, в том числе с использованием активных методов обучения 51 час					

6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа обучающихся, осваивающих дисциплину *«Моделирование систем управления»*, состоит из следующих компонентов: изучение теоретических разделов дисциплины; подготовка к лабораторным занятиям; подготовка и оформление расчетно-графического задания. Для успешного выполнения всех разделов самостоятельной работы учащимся рекомендуется использовать следующее учебно-методическое обеспечение:

1) Гудим А.С. Математические модели систем автоматического управления. Методические указания к лабораторным работам. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2018. – 7 с.

2) Гудим А.С. Моделирование линейной системы автоматического управления. Методические указания к лабораторным работам. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2018. – 5 с.

3) Гудим А.С. Синтез и оптимизация системы автоматического управления. Методические указания к лабораторным работам. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2018. – 5 с.

Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы представлен в таблице 4.

Таблица 5 – Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы студентов при 17-недельном семестре

Вид самостоя- тельной работы	Часов в неделю																	Итого по видам работ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Подготовка к лабораторным занятиям	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	20
Изучение теоретических разделов дисциплины	1		1		1		1		1		1		1		1		1	9
Выполнение РГР1	1	2	2	2	2	2	2	2										15
Выполнение РГР2									1	2	2	2	2	2	2	2		15
Подготовка к экзамену																		36
ИТОГО в 7 семестре	4	3	4	3	4	3	4	3	3	3	4	3	4	3	4	3	3	95

7 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Таблица 5 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Разделы 1,3,5	31(ПК-2-6), 32(ПК-2-6), У1(ПК-2-6), Н1(ПК-2-6)	Защита лабораторных работ	Аргументированность ответов
Разделы 1-5	31(ПК-2-6), 32(ПК-2-6), У2(ПК-2-6), Н2(ПК-2-6)	РГР	Полнота и правильность выполнения задания
Разделы 1-5	31(ПК-6-1), 32(ПК-6-1)	Вопросы к экзамену	Полнота и аргументированность ответов

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 6).

Таблица 6 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме экзамена</i>				
1	Лабораторная работа 1	в течение семестра	10 баллов	10 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 8 балла – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 6 балла – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 4 балла – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
2	Лабораторная работа 2	в течение семестра	10 баллов	
3	Лабораторная работа 3	в течение семестра	10 баллов	
4	Выполнение РГР1	в течение семестра	10 баллов	
5	Выполнение РГР2	в течение семестра	10 баллов	
Текущий контроль:		-	50 баллов	-

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
1	Экзамен	сессия	50	50 – студент владеет знаниями в полном объеме, самостоятельно, логически последовательно и исчерпывающе отвечает на поставленные вопросы; 40 – студент владеет знаниями почти в полном объеме (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах; 30 – студент владеет только обязательным минимумом знаний по дисциплине; 0 – студент не освоил обязательного минимума знаний, не способен ответить на поставленный вопрос
ИТОГО:			100 баллов	
Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для текущего контроля по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый, минимальный уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий, максимальный уровень)				

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Защита лабораторных работ

Лабораторная работа 1. Математические модели систем автоматического управления.

- 1) Перечислите функции ввода и преобразования моделей.
- 2) Приведите примеры использования функций создания и преобразования моделей.
- 3) Способы определения откликов системы на внешние воздействия.
- 4) Способы построения частотных характеристик.
- 5) Расчет нулей и полюсов.

Лабораторная работа 2. Моделирование линейной системы автоматического управления.

- 1) Контур регулирования.
- 2) Задающие и возмущающие воздействия систем автоматического управления.
- 3) Исследовать поведение реальной и восстановленной скорости.
- 4) Наблюдающие устройства систем автоматического управления. Принципы работы.
- 5) Передаточные функции разомкнутых и замкнутых систем.
- 6) Логарифмические амплитудные и частотные характеристики разомкнутых и замкнутых систем.

Лабораторная работа 3. Синтез и оптимизация системы автоматического управления.

- 1) Модульный оптимум – определение.
- 2) Критерии оптимизации.
- 3) Симметричный оптимум – область применения.
- 4) Переходной процесс в системе, настроенной на модульный оптимум.
- 5) Переходной процесс в системе, настроенной на симметричный оптимум.
- 6) Желаемая передаточная функция системы, настроенной на модульный оптимум.
- 7) Желаемая передаточная функция системы, настроенной на симметричный оптимум.

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

Каждому студенту необходимо выполнить:

РГР 1 «Моделирование САУ стабилизации скорости»;

РГР 2 «Моделирование САУ следящего электропривода».

Исходные данные для расчета

Тип двигателя

Номинальная мощность двигателя, кВт

Номинальная частота вращения вала двигателя, об/мин

Номинальное напряжение двигателя, В

Номинальный ток двигателя, А

Коэффициент полезного действия двигателя, %

Момент инерции, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$.

Каждому студенту выдается индивидуальное задание.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Контрольные вопросы к экзамену

1. Понятие модели системы. Определение понятия «моделирование».
2. Классификация видов моделирования систем.
3. Математическое моделирование систем.
4. Основные этапы построения математической модели.
5. Понятие системы и элемента системы.
6. Индуктивный подход исследования системы.
7. Структурный подход исследования системы.
8. Стадии разработки моделей.
9. Характеристики моделей систем.
10. Возможности и эффективность моделирования систем на вычислительных машинах.
11. Типовые схемы, используемые при моделировании сложных систем и их элементов, краткая характеристика.
12. Непрерывно–детерминированные модели (D – схемы).

13. Функциональная схема электропривода с подчиненным регулированием тока и скорости.
14. Структурная схема электропривода с подчиненным регулированием тока и скорости.
15. Дискретно–детерминированные модели (F – схемы). Основные понятия.
16. Способы задания конечного автомата.
17. Дискретно – непрерывные модели.
18. Дискретно – стохастические модели (P – схемы). Основные понятия.
19. Способы задания вероятностного автомата.
20. Прибор обслуживания заявок.
21. Потоки событий.
22. Описание процесса функционирования СМО $Q=\{W, U, H, Z, R, A\}$.

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8.1 Основная литература

- 1) Русак С.Н. Моделирование систем управления [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.Н. Русак, В.А. Кристал. – Электрон. текстовые данные. – Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. – 136 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru> – Загл. с экрана.
- 2) Компьютерное моделирование линейных систем управления [Электронный ресурс] : методические указания к практическим занятиям и курсовой работе по теории автоматического управления / . – Электрон. текстовые данные. – Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. – 41 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru> – Загл. с экрана.
- 3) Афонин В.В. Моделирование систем [Электронный ресурс] / В.В. Афонин, С.А. Федосин. – Электрон. текстовые данные. – М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. – 269 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru> – Загл. с экрана.

8.2 Дополнительная литература

- 4) Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем, 3-е издание. Москва, Высшая школа, 2001.
- 5) Клейн Дж. Статистические методы в имитационном моделировании. Москва, Статистика, 1978.
- 6) Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. Москва, Наука, 1988.
- 7) Веников В.А., Веников Г.В. Теория подобия и моделирования. Москва, Высшая школа, 1984.
- 8) Егоров В.Н. Цифровое моделирование систем электропривода. Ленинград, Энергоатомиздат, 1986.

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- 1) Библиотека РФФИ <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>
- 2) Научная электронная библиотека "КиберЛенинка" <https://cyberleninka.ru/>
- 3) Единое окно доступа к информационным ресурсам <http://window.edu.ru/>

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Изучение дисциплины «Моделирование систем управления» осуществляется в процессе аудиторных занятий и самостоятельной работы студента. Аудиторные занятия проводятся в форме лекций и лабораторных занятий. Разделы дисциплин следует изучать последовательно, начиная с первого. Каждый раздел, формирует необходимые условия для создания системного представления о предмете дисциплины.

Самостоятельная работа является наиболее продуктивной формой образовательной и познавательной деятельности студента в период обучения. СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений. СРС включает следующие виды работ:

- работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуальному заданию;
- опережающую самостоятельную работу;
- выполнение двух расчетно-графических работ;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовку к мероприятиям текущего контроля;
- подготовку к промежуточной аттестации (экзамен).

Студенту необходимо усвоить и запомнить основные термины, понятия и их определения, подходы, концепции и методики.

Контроль самостоятельной работы студентов и качество освоения дисциплины осуществляется во время аудиторных занятий. Для этого, во время лекций используются элементы дискуссии и контрольные вопросы. Уровень освоения умений и навыков проверяется в процессе лабораторных занятий. Для этого используются задания, подготовленные студентами во время семестра и предназначенные для текущего контроля (таблица 6).

Промежуточная аттестация (экзамен) производится в конце семестра и также оценивается в баллах.

Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов по результатам текущего контроля и баллов, полученных на промежуточной аттестации по результатам экзамена. Максимальный итоговый рейтинг – 100 баллов. Оценке «отлично» соответствует 85 - 100 баллов; «хорошо» – 75 - 84; «удовлетворительно» – 65 - 74; менее 64 – «неудовлетворительно» (смотри таблицу 6).

Расчетно-графическая работа

РГР ориентировано на формирование и развитие у обучающихся умений и навыков моделирования и представления результатов их проектной деятельности с учетом и использованием действующих нормативных и методических документов университета.

В ходе выполнения РГР студенты закрепляют теоретические знания, полученные при изучении дисциплины, глубже знакомятся с практическими методами моделирования систем управления. Студенты учатся принимать обоснованные решения путем сравнения вариантов, логических суждений, рассмотрения основных теоретических положений; умению кратко и точно излагать ход моделирования.

При выполнении РГР студенты глубже изучают основную и специальную литературу, учатся работать с Internet ресурсами.

Содержание РГР 1

1. В качестве объекта управления использовать двигатель постоянного тока независимого возбуждения. Параметры двигателя выбрать согласно варианту.

2. Спроектировать двухконтурную систему автоматического регулирования скорости. Настройку контуров регулирования произвести на модульный оптимум.

3. Получить графики переходных процессов замкнутой системы автоматического регулирования скорости по управляющему воздействию для скорости, тока, ошибок управления (скорости, тока) в случае ступенчатого управляющего воздействия, соответствующего номинальной скорости двигателя. Определить перерегулирования в системе автоматического регулирования скорости, время переходного процесса, среднеквадратичную ошибку по скорости в случае работы системы в номинальном режиме (на выходе системы номинальная скорость).

4. Получить графики переходных процессов замкнутой системы автоматического регулирования скорости по управляющему воздействию для скорости, тока, ошибок управления (скорости, тока) в случае ступенчатого управляющего воздействия, соответствующего номинальной скорости двигателя, при этом необходимо отобразить поведение системы без нагрузки, с ее набросом и съемом (в качестве нагрузки использовать постоянную нагрузку $M_c = M_n$).

Содержание РГР 2

1. Дополнить полученную систему автоматического регулирования скорости контуром положения (ввести в систему редуктор). Настройку контура положения произвести на модульный оптимум.

2. Получить графики переходных процессов замкнутой системы автоматического регулирования положения (следящей системы) по управляющему воздействию для скорости, тока, положения, ошибок управления (скорости, тока, положения) в случае ступенчатого и синусоидального управляющего воздействия. Определить те же параметры, что и в пункте 3 (РГР 1) с

аналогичными условиями. При моделировании переходного процесса по положению в одной системе координат необходимо представить на одном графике основную выходную координату системы и сигнал задания.

3. Получить графики переходных процессов замкнутой системы автоматического регулирования положения (следящей системы) по управляющему воздействию для скорости, тока, положения, ошибок управления (скорости, тока, положения) в случае ступенчатого и синусоидального управляющего воздействия, при этом необходимо отобразить поведение системы без нагрузки, с ее набросом и съемом (в качестве нагрузки использовать постоянную нагрузку $M_c = M_n/2$, а также синусоидальную с частотой 0,1 рад/с и амплитудой $M_c = M_n/4$).

4. Для всех замкнутых контуров регулирования представить ЛАЧХ ЛФЧХ. Получить векторно-матричное описание следящей системы.

5. Оценить полосу пропускания следящей системы в случае синусоидального сигнала задания по положению при амплитуде 0,2 радиана при этом ошибка по положению не должна превышать 0,1 радиан. Повторить пункт 3 для найденного максимального значения по частоте сигнала задания.

6. Представить в приложении листинг программы непрерывно-детерминированной модели следящей системы. Все основные и промежуточные расчеты произвести с использованием среды моделирования.

Пояснительные записки представляют к защите в сброшюрованном виде. Примерный объем пояснительной записки 20 – 25 с.

Выполненная пояснительная записка должна удовлетворять нормативным документам университета, с которыми можно ознакомиться в отделе менеджмента качества или на сайте университета. Отступления от указанных требований могут служить основанием для возврата РГР на исправление.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины «*Моделирование систем управления*» основывается на активном использовании Microsoft Office и Mathcad в процессе подготовки РГР.

С целью повышения качества ведения образовательной деятельности в университете создана электронная информационно-образовательная среда. Она подразумевает организацию взаимодействия между обучающимися и преподавателями через систему личных кабинетов студентов, расположенных на официальном сайте университета в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу <https://student.knastu.ru>. Созданная информационно-образовательная среда позволяет осуществлять взаимодействие между участниками образовательного процесса посредством организации дистанционного консультирования по вопросам выполнения практических заданий.

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для реализации программы дисциплины «Моделирование систем управления» используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
202/3	Лаборатория ЭВМ и вычислительных промышленных сетей	Персональные компьютеры	Выполнение расчетов и моделирование систем автоматического управления