

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Альметьевский государственный нефтяной институт»



УТВЕРЖДАЮ

И.о. ректора АГНИ

А.Ф.Иванов

(подпись)

(ФИО)

«22» 06 2020г.

Рабочая программа дисциплины Б1.Б.19

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Направление подготовки: 27.03.04 – «Управление в технических системах»

Направленность (профиль) программы: Управление и информатика в технических системах

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Автор	Л.Г. Тугашова		19.06.2020г.
Рецензент	Ю.Б. Томус		19.06.2020г.
И.о. заведующего обеспечивающей (выпускающей) кафедрой автоматизации и информационных технологий	Р.Р. Ахметзянов		19.06.2020г.

Альметьевск, 2020 г.

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программ высшего образования
3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине
 - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине
6. Фонд оценочных средств по дисциплине
 - 6.1. Перечень оценочных средств
 - 6.2. Уровень освоения компетенций и критерии оценивания результатов обучения
 - 6.3. Варианты оценочных средств
 - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной, дополнительной учебной литературы и учебно-методических изданий, необходимых для освоения дисциплины
8. Перечень профессиональных баз данных, информационных справочных систем и информационных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
10. Перечень программного обеспечения
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Аннотация рабочей программы дисциплины

Приложение 2. Лист внесения изменений

Приложение 3. Фонд оценочных средств

Рабочая программа дисциплины «**Моделирование систем управления**» разработана ст. преподавателем, к.т.н. кафедры автоматизации и информационных технологий **Тугашовой Л.Г.**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции обучающегося формируемые в результате освоения дисциплины «Моделирование систем управления»:

Оцениваемые компетенции (код, наименование)	Результаты освоения компетенции	Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации
ОПК-5 Способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	знать: – основные принципы и методы построения математических моделей систем управления, их формы представления и преобразования для целей управления; уметь: – применять принципы и методы построения математических моделей при разработке и исследовании систем управления; владеть: – основными приемами обработки, представления экспериментальных данных и способами оценки адекватности моделей.	Текущий контроль: Компьютерное тестирование по темам 1-11 Практические задачи по темам 3, 4, 8, 9 Лабораторные работы по темам 2, 3, 5, 6, 9 Промежуточная аттестация: Курсовая работа Зачет Экзамен
ПК-2 Способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	знать: – инструментальные (программные и технические) средства моделирования систем и процессов; уметь: – применять численные и аналитические методы при разработке математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления; владеть: – навыками построения имитационных моделей по результатам обработки вычислительного эксперимента с использованием стандартных программных средств.	Текущий контроль: Компьютерное тестирование по темам 1-11 Практические задачи по темам 3, 4, 8, 9 Лабораторные работы по темам 2, 3, 5, 6, 9 Промежуточная аттестация: Курсовая работа Зачет Экзамен

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Дисциплина «Моделирование систем управления» входит в состав Блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части ОПОП по направлению 27.03.04 – Управление в технических системах», направленность(профиль)программы – Управление и информатика в технических системах» – Б1.Б.19.

Дисциплина осваивается на 4 курсе в 7 и 8 семестре.

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Контактная работа обучающихся с преподавателем:

- лекции – 29 часов;
- практические занятия – 29 часов;
- лабораторные занятия – 29 часов;
- КСР – 4 часа.

Самостоятельная работа – 53 часа.

Контроль (экзамен) – 36 часов.

Форма промежуточной аттестации дисциплины: зачет в 7 семестре, экзамен в 8 семестре, курсовая работа в 8 семестре.

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

4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине

№	Раздел дисциплины	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	КСР	
1.	Классификация и виды моделирования	7	2	-	-	-	-
2.	Общая схема разработки математических моделей	7	2	-	4	1	20
3.	Методы регрессионного и корреляционного анализа	7	2	6	8	-	-
4.	Планирование многофакторного эксперимента	7	2	4	-	-	-
5.	Непараметрическая идентификация	7	2	-	2	-	-

6.	Параметрическая идентификация	7	2	-	4	-	-
7.	Математические модели технических систем	7	4	-	-	-	-
8.	Численные методы моделирования	7	2	8	-	1	14
	Итого за 7 семестр		18	18	18	2	34
9.	Моделирование систем как объектов управления	8	6	11	4	1	10
10.	Математические модели внешних воздействий.	8	2	-	-	-	-
11.	Имитационное моделирование	8	3	-	7	1	9
			11	11	11	2	19
	Итого		29	29	29	4	53

4.2. Содержание дисциплины

Тема	Количество часов	Используемый метод	Формируемые компетенции
Семестр 7			
Дисциплинарный модуль 7.1			
Тема 1. Классификация и виды моделирования (2 ч.)			
Лекция 1. Виды моделирования систем. Формы представления математических моделей. Физическое моделирование. Имитационное моделирование. Математическое моделирование. Математическое описание статики и динамики технологических объектов.	2	<i>Мозговой штурм</i>	ОПК-5, ПК-2
Тема 2. Общая схема разработки математических моделей (6 ч.)			
Лекция 2. Этапы математического моделирования. Алгоритмизация математической модели, задачи идентификации модели, проверка адекватности математической модели. Принципы построения и основные требования к математическим моделям. Цели и задачи исследования математических моделей.	2	<i>Мозговой штурм</i>	ОПК-5, ПК-2
Лабораторная работа 1. Основные элементы языка программирования Matlab	2	Групповое обсуждение	ОПК-5, ПК-2
Лабораторная работа 2. Создание графиков, пользовательских функций в Matlab	2	Групповое обсуждение	ОПК-5, ПК-2
Тема 3. Методы регрессионного и корреляционного анализа (16 ч.)			
Лекция 3. Задачи корреляционного анализа. Коэффициент корреляции, интерпретация коэффициента корреляции. Определение вида приближенного уравнения регрессии по данным пассивного эксперимента.	2	-	ОПК-5, ПК-2

Вычисление коэффициентов регрессионной модели и проверка их значимости. Метод наименьших квадратов. Проверка адекватности и работоспособности регрессионной модели с применением критерия Фишера. Модели множественной регрессии.			
Практическое занятие 1. Определение коэффициентов регрессии методом наименьших квадратов.	2	<i>Ситуационный анализ</i>	ОПК-5, ПК-2
Практическое занятие 2. Регрессионный анализ данных	2	<i>Ситуационный анализ</i>	ОПК-5, ПК-2
Практическое занятие 3. Корреляционный анализ	2	<i>Ситуационный анализ</i>	ОПК-5, ПК-2
Лабораторная работа 3. Циклы, гистограммы в Matlab	2	-	ОПК-5, ПК-2
Лабораторная работа 4. Модели множественной регрессии в матричной форме. Загрузка исходных данных в Matlab.	2	-	ОПК-5, ПК-2
Лабораторная работа 5. Модели множественной регрессии. Реализация в Matlab	2	-	ОПК-5, ПК-2
Лабораторная работа 6. Защита лабораторных работ, тестирование.	2	-	ОПК-5, ПК-2
Тема 4. Планирование многофакторного эксперимента(6ч)			
Лекция 4. Случай однофакторного и многофакторного эксперимента. Полный и дробный факторный эксперимент. Геометрическая интерпретация плана.	2	-	ОПК-5, ПК-2
Практическое занятие 4. Передаточные функции, модели в пространстве состояний в Matlab	2	<i>Ситуационный анализ</i>	ОПК-5, ПК-2
Практическое занятие 5. Соединения LTI-объектов в Matlab	2	<i>Ситуационный анализ</i>	ОПК-5, ПК-2
Дисциплинарный модуль 7.2			
Тема 5. Непараметрическая идентификация (4 ч.)			
Лекция 5. Определение передаточной функции по временным характеристикам объекта. Определение передаточной функции по частотным характеристикам объекта. Корреляционный метод идентификации.	2	<i>Мозговой штурм</i>	ОПК-5, ПК-2
Лабораторная работа № 7. Оценка статистической значимости коэффициентов в Matlab	2	-	ОПК-5, ПК-2

Тема 6. Параметрическая идентификация (6 ч.)			
Лекция 6. Метод наименьших квадратов. Метод вспомогательных переменных. Метод максимального правдоподобия. Сравнение методов.	2	<i>Мозговой штурм</i>	ОПК-5, ПК-2
Лабораторная работа 8. Оценка адекватности моделей множественной регрессии в Matlab	2	-	ОПК-5, ПК-2
Лабораторная работа 9. Защита лабораторных работ, тестирование.	2	-	ОПК-5, ПК-2
Тема 7. Математические модели технических систем (4 ч.)			
Лекция 7. Математические модели в пространстве состояний. Линейные преобразования в пространстве состояний.	2	<i>Мозговой штурм</i>	ОПК-5, ПК-2
Лекция 8. Структурированные модели. Дискретные модели. Математические модели на базе матричных операторов. Идентификация переменных состояния объектов управления.	2	<i>Мозговой штурм</i>	ОПК-5, ПК-2
Тема 8. Численные методы моделирования (10 ч.)			
Лекция 9. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) и систем ОДУ. Дифференциальные уравнения в частных производных. Сущность метода сеток. Явные, неявные схемы. Метод прогонки.	2	-	ОПК-5, ПК-2
Практическое занятие 6. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) и систем ОДУ в Matlab.	2	-	ОПК-5, ПК-2
Практическое занятие 7. Решение ОДУ с помощью функции ode.	2	-	ОПК-5, ПК-2
Практическое занятие 8. Дифференциальные уравнения в частных производных. Явные схемы.	2	-	ОПК-5, ПК-2
Практическое занятие 9. Неявные схемы.	2	-	ОПК-5, ПК-2
Семестр 8			
Дисциплинарный модуль 8.1			
Тема 9. Моделирование систем как объектов управления (21 ч.)			
Лекция 10. Задачи и методы математического моделирования технологических объектов. Массообменные процессы. Материальный баланс массообменных процессов.	2	<i>Мозговой штурм</i>	ОПК-5, ПК-2
Лекция 11. Модели гидродинамических процессов	2	<i>Мозговой штурм</i>	ОПК-5, ПК-2

Лекция 12. Модели тепловых процессов. Основы теплопередачи. Уравнение теплового баланса. Математическая модель теплообменника смешения.	2	<i>Мозговой штурм</i>	ОПК-5, ПК-2
Практическое занятие 10. Модели тепловых процессов.	2	<i>Ситуационный анализ</i>	ОПК-5, ПК-2
Практическое занятие 11. Примеры моделей тепловых процессов	2	<i>Ситуационный анализ</i>	ОПК-5, ПК-2
Практическое занятие 12. Модели массообменных процессов	2	<i>Ситуационный анализ</i>	ОПК-5, ПК-2
Практическое занятие 13. Линейные динамические дискретные параметрические модели	2	-	ОПК-5, ПК-2
Практическое занятие 14. Линейные динамические дискретные параметрические модели (продолжение)	2	-	ОПК-5, ПК-2
Практическое занятие 15. Нелинейные динамические модели	1	-	ОПК-5, ПК-2
Лабораторная работа 10. Основы работы в программе Simulink	2	<i>Групповое обсуждение</i>	ОПК-5, ПК-2
Лабораторная работа 11. Моделирование линейных непрерывных систем в Simulink	2	<i>Групповое обсуждение</i>	ОПК-5, ПК-2
Дисциплинарный модуль 8.2			
Тема 10. Математические модели внешних воздействий (2 ч.)			
Лекция 13. Характеристики внешних воздействий. Модели помех в реальных системах. Математические модели внешних возмущений.	2	<i>Мозговой штурм</i>	ОПК-5, ПК-2
Тема 11. Имитационное моделирование (10 ч.)			
Лекция 14. Структура имитационных моделей. Этапы имитационного моделирования. Идентификация и верификация имитационной модели.	2	<i>Мозговой штурм</i>	ОПК-5, ПК-2
Лекция 15. Планирование имитационных экспериментов.	1	<i>Мозговой штурм</i>	ОПК-5, ПК-2
Лабораторная работа 12. Моделирование САУ в системе Simulink	2	<i>Групповое обсуждение</i>	ОПК-5, ПК-2
Лабораторная работа 13. Материальный баланс емкости в Matlab	2	<i>Групповое обсуждение</i>	ОПК-5, ПК-2
Лабораторная работа 14. Методы настройки регуляторов в Matlab	2	<i>Групповое обсуждение</i>	ОПК-5, ПК-2
Лабораторная работа 15. Защита лабораторных работ, тестирование.	1	<i>Групповое обсуждение</i>	ОПК-5, ПК-2

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию преподавателя, без его непосредственного участия и направлена на самостоятельное изучение отдельных аспектов тем дисциплины.

Цель самостоятельной работы – подготовка современного компетентного специалиста и формирования способной и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

Самостоятельная работа способствует формированию аналитического и творческого мышления, совершенствует способы организации исследовательской деятельности, воспитывает целеустремленность, систематичность и последовательность в работе студентов, обеспечивает подготовку студента к текущим контактными занятиям и контрольным мероприятиям по дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности студента на занятиях и в качестве выполненных тестовых заданий, и других форм текущего контроля.

Самостоятельная работа может включать следующие виды работ:

- изучение понятийного аппарата дисциплины;
- проработка тем дисциплины, поиск информации в электронных библиотечных системах;
- подготовка к лабораторным работам, практическим занятиям;
- работа с основной и дополнительной литературой, представленной в рабочей программе;
- подготовка к промежуточной аттестации;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку;
- работа в электронных библиотечных системах, справочных, справочно-поисковых и иных системах.

Темы для самостоятельной работы обучающегося, порядок их контроля по дисциплине «Моделирование систем управления» приведены в методических указаниях:

Тугашова Л.Г. Моделирование систем управления. Методические указания для выполнения лабораторных работ и организации самостоятельной работы по дисциплине «Моделирование систем управления» для бакалавров направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» всех форм обучения. – Альметьевск: АГНИ, 2019.- 35 с.

6. Фонд оценочных средств по дисциплине

Основной целью формирования ФОС по дисциплине «Моделирование систем управления» является создание материалов для оценки качества подготовки обучающихся и установления уровня освоения компетенций.

Полный перечень оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине приведен в Фонде оценочных средств (приложение 3 к данной рабочей программе).

Текущий контроль освоения компетенций по дисциплине проводится при изучении теоретического материала, решении задач на практических занятиях, сдаче отчетов по лабораторным работам.

Итоговой оценкой освоения компетенций является промежуточная аттестация в форме экзамена и курсовой работы, проводимая с учетом результатов текущего контроля.

6.1. Перечень оценочных средств

Этапы формирования компетенций	Вид оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
Текущий контроль			
1	Лабораторная работа	Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся. Задания в лабораторных работах должны включать элемент командной работы. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и оценить уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, а также навыков практического мышления. Позволяет оценить способность к профессиональным трудовым действиям	Темы, задания для выполнения лабораторных работ, вопросы к их защите
2	Тестирование компьютерное	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося по соответствующим компетенциям. Обработка результатов тестирования на компьютере обеспечивается специальными программами. Позволяет проводить самоконтроль (репетиционное тестирование), может выступать в роли тренажера при подготовке к зачету или экзамену	Фонд тестовых заданий, вопросы для подготовки к тестированию
3	Практическая задача	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задача должна быть направлена на оценивание тех компетенций, которые подлежат освоению в данной дисциплине, должна содержать четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач
Промежуточная аттестация			
4	Курсовая работа	Авторский научно-исследовательский проект студента по приобретению практических навыков в области проектирования деталей и узлов машин общего назначения, направленный на выработку исследовательских навыков, опыта работы с научными источниками и создание законченного самостоятельного исследования	Задания, темы на курсовую работу, вопросы к защите курсовой работы
5	Зачет	Средство контроля усвоения учебного материала тем (разделов) дисциплины	Результат текущего контроля
6	Экзамен	Итоговая форма определения степени достижения запланированных результатов обучения (оценивания уровня освоения компетенций). Экзамен проводится в тестовой форме.	Перечень вопросов к экзамену

6.2. Уровень освоения компетенций и критерии оценивания результатов обучения

№ п/п	Оцениваемые компетенции (код, наименование)	Планируемые результаты обучения	Уровень освоения компетенций			
			Продвинутый уровень	Средний уровень	Базовый уровень	Компетенции не освоены
			Критерии оценивания результатов обучения			
			«отлично» (от 86 до 100 баллов)	«хорошо» (от 71 до 85 баллов)	«удовлетворительно» (от 55 до 70 баллов)	«неудовлетв.» (менее 55 баллов)
			Зачтено (от 35 до 60 баллов)			Не зачтено (менее 35 баллов)
1	ОПК-5 Способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	знать: — основные принципы и методы построения математических моделей систем управления, их формы представления и преобразования для целей управления;	Сформированные систематические представления об основных принципах и методах построения и исследования математических моделей систем управления, их формы представления и преобразования для целей управления;	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных принципах и методах построения и исследования математических моделей систем управления, их формы представления и преобразования для целей управления;	Неполные представления об основных принципах и методах построения и исследования математических моделей систем управления, их формы представления и преобразования для целей управления;	Фрагментарные представления об основных принципах и методах построения и исследования математических моделей систем управления, их формы представления и преобразования для целей управления;
		уметь: — применять принципы и методы построения	Сформированное умение применять принципы и методы построения моделей	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять	В целом успешное, но не систематическое умение применять	— Фрагментарное умение применять принципы и методы построения моделей

		математических моделей при разработке и исследовании систем управления;	при разработке и исследовании систем управления	принципы и методы построения моделей при разработке и исследовании систем управления	принципы и методы построения моделей при разработке и исследовании систем управления	при разработке и исследовании систем управления
		владеть: основными приемами обработки, представления экспериментальных данных и способами оценки адекватности моделей.	Успешное и систематическое владение основными приемами обработки, представления экспериментальных данных и способами оценки адекватности моделей	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основными приемами обработки, представления экспериментальных данных и способами оценки адекватности моделей	В целом успешное, но не систематическое владение основными приемами обработки, представления экспериментальных данных и способами оценки адекватности моделей	Фрагментарное владение основными приемами обработки, представления экспериментальных данных и способами оценки адекватности моделей
2	ПК-2 Способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	знать: – инструментальные (программные и технические) средства моделирования систем и процессов;	Сформированные систематические представления об инструментальных (программных и технических) средствах моделирования систем и процессов	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об инструментальных (программных и технических) средствах моделирования систем и процессов	Неполные представления об инструментальных (программных и технических) средствах моделирования систем и процессов	Фрагментарные представления об инструментальных (программных и технических) средствах моделирования систем и процессов
		уметь: – применять численные и аналитические методы при разработке математических моделей процессов и объектов	Сформированное умение применять численные и аналитические методы при разработке математических моделей процессов и объектов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять численные и аналитические методы при	В целом успешное, но не систематическое умение применять численные и аналитические методы при разработке	Фрагментарное умение применять численные и аналитические методы при разработке математических

		объектов автоматизации и управления;	автоматизации и управления	разработке математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	моделей процессов и объектов автоматизации и управления
		владеть: – навыками построения имитационных моделей по результатам обработки вычислительного эксперимента с использованием стандартных программных средств.	Успешное и систематическое владение навыками построения имитационных моделей по результатам обработки вычислительного эксперимента с использованием стандартных программных средств	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками построения имитационных моделей по результатам обработки вычислительного эксперимента с использованием стандартных программных средств	В целом успешное, но не систематическое владение навыками построения имитационных моделей по результатам обработки вычислительного эксперимента с использованием стандартных программных средств	Фрагментарное владение навыками построения имитационных моделей по результатам обработки вычислительного эксперимента с использованием стандартных программных средств

6.3. Варианты оценочных средств

6.3.1. Тестирование компьютерное

6.3.1.1. Порядок проведения

Тестирование компьютерное по дисциплине «Моделирование систем управления» проводится два раза в течение семестра. Фонд тестовых заданий содержит список вопросов и различные варианты ответов.

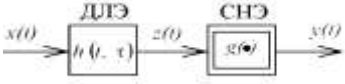
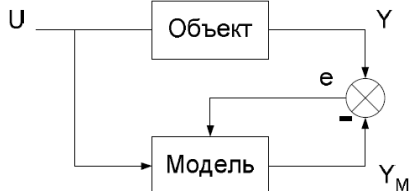
6.3.1.2. Критерии оценивания

Результат теста зависит от количества вопросов, на которые был дан правильный ответ.

6.3.1.3. Содержание оценочного средства

Тестовые задания для оценки уровня сформированности компетенций

Код компетенции	Тестовые вопросы	Варианты ответов			
		1	2	3	№ ответа
Дисциплинарный модуль 7.1.					
ОПК-5	В выражении $Y_i^0 = \frac{Y_i - \bar{Y}}{S_Y}$ Y_i^0 -	Нормированные значения факторов	Начальные значения факторов	Средние значения факторов	
	Критерий детерминации определяется по формуле	$1 - \frac{(N - k)S_{OCT}^2}{(N - 1)S_Y^2}$	$1 - \frac{(N - k)S_Y^2}{(N - 1)S_{OCT}^2}$	$1 - \frac{(N - 1)S_{OCT}^2}{(N - k)S_Y^2}$	
	Классификация моделей по поведению во времени	Статическая и динамическая модель	Детерминированная и стохастическая модель	Дискретная и непрерывная модель	
	Функции создания моделей стационарных систем в виде модели переменных состояния	zpk	tf	ss	
Дисциплинарный модуль 7.2.					
ПК-2	Определение вида уравнений математического описания	Структурная идентификация	Параметрическая идентификация	Непараметрическая идентификация	
	Метод(ы) параметрической идентификации	градиентный метод	метод наименьших квадратов	метод максимального правдоподобия	
	Математическое ожидание произведений двух сигналов, один из которых сдвинут относительно другого по времени.	Автокорреляционная функция	Взаимная корреляционная функция	Спектральная плотность	

Дисциплинарный модуль 8.1.					
ОПК-5	В matlab функция ... создает массив с нулевыми элементами	eig	ones	zeros	
	функция позволяет сравнить выходы модели и объекта с выводом на дисплей сравнительных графиков и указанием оценки адекватности модели	compare	comp	resid	
		Модель Гаммерштейна	Модель Винера	Модель Гаммерштейна – Винера	
	Функции создания моделей стационарных систем в виде модели переменных состояния	zpk	tf	ss	
Дисциплинарный модуль 8.2.					
ПК-2		Итерационная схема	Явная схема	Неявная схема	
	$\frac{dx}{dt} = Ax + Bu,$ $y = Cx + Du,$	Непрерывная модель в пространстве состояний	Дискретная модель в пространстве состояний	Модель «вход-выход»	
	Корреляционная функция «белого шума» представляет собой	δ - функцию	Функцию Дирака	Функцию Хевисайда	
	Оператор hold в матлаб	несколько графиков на одном экране	сетка	цикл	

Семестр 7.

Примерный перечень вопросов для подготовки к компьютерному тестированию:

по дисциплинарному модулю 7.1 (ОПК-5)

1. Математическое моделирование. Виды математических моделей. Математическое описание статики и динамики объектов.

2. Классификация методов математического моделирования. Пассивный и активный эксперимент.

3. Экспериментальный метод создания математической модели. Определение уравнений статики по данным пассивного эксперимента.

4. Метод наименьших квадратов.

5. Методы планирования экспериментов. Динамические характеристики.
6. Задачи корреляционного анализа. Коэффициент корреляции, интерпретация коэффициента корреляции.
7. Задачи регрессионного анализа. Определение вида приближенного уравнения регрессии по данным пассивного эксперимента.
8. Проверка адекватности и работоспособности регрессионной модели с применением критерия Фишера.
9. Модели множественной регрессии. Постановка задачи и основные понятия. Множественный корреляционный анализ.
10. Классическая линейная множественная регрессия. Показатели качества уравнения множественной регрессии.

по дисциплинарному модулю 7.2 (ПК-2):

1. Корреляционный метод идентификации.
2. Идентификация параметров объекта спектральным методом.
3. Метод вспомогательных переменных.
4. Метод максимального правдоподобия. Сравнение методов.
5. Дифференциальные и разностные уравнения в MATLAB.
6. Основы работы в MATLAB (операторы и функции).
7. Решение ОДУ в Matlab.
8. Решение ДУЧП в Matlab.

Семестр 8.

Примерный перечень вопросов для подготовки к компьютерному тестированию:

по дисциплинарному модулю 8.1 (ОПК-5)

1. Моделирование систем управления в системе Matlab/Simulink.
2. Математическое описание объектов с сосредоточенными и распределенными параметрами. Классификация объектов управления.
3. Составление уравнений баланса потоков для сетей нефтедобычи.
4. Нелинейные модели. Линеаризация.
5. Виды нелинейностей. Модель Гаммерштейна, Винера.
6. Математические модели в пространстве состояний.
7. Линейные преобразования в пространстве состояний.
8. Структурированные модели.
9. Дискретные модели.

по дисциплинарному модулю 8.2 (ПК-2)

1. Математические модели на базе матричных операторов.
2. Идентификация переменных состояния объектов управления.
3. Характеристики внешних воздействий.
4. Модели помех в реальных системах.
5. Математические модели внешних возмущений.
6. Этапы имитационного моделирования.
7. Идентификация и верификация имитационной модели.

6.3.2. Лабораторные работы

6.3.2.1. Порядок проведения

Лабораторные работы выполняются обучающимися самостоятельно во время аудиторных занятий, в учебной аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием. Обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. По завершению лабораторных исследований проводится защита лабораторных работ. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области. Ответ студента оценивается преподавателем в соответствии с установленными критериями.

6.3.2.2. Критерии оценивания

Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся (максимальный балл по каждой лабораторной работе приведен в п. 6.4), если обучающимся:

- оборудование и методы использованы правильно, проявлена продвинутая теоретическая подготовка, необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.

Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающимся:

- оборудование и методы использованы в основном правильно, проявлена средняя теоретическая подготовка, необходимые навыки и умения в основном освоены, результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.

Баллы в интервале 55-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- оборудование и методы частично использованы правильно, проявлена базовая теоретическая подготовка, необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.

Баллы в интервале 0-54% от максимальных ставятся, если обучающимся:

- оборудование и методы использованы неправильно, проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка, необходимые навыки и умения не освоены, результат лабораторной работы не соответствует её целям.

6.3.2.3. Содержание оценочного средства

7 семестр.

Примеры заданий и вопросов к защите лабораторных работ:

Задание. Необходимо оценить адекватность моделей множественной регрессии в Matlab.

Примерные вопросы к защите (ОПК-5):

1. По какому критерию определяется значимость коэффициентов регрессии?
2. Для чего необходим коэффициент детерминации?
3. Каким образом определяется коэффициент детерминации?
4. Как определяется доверительный интервал уравнения регрессии?

8 семестр.

Пример заданий и вопросов к защите лабораторных работ:

Задание 1. Уравнение материального баланса для системы (2 емкости)

имеет вид:

$$\frac{d(h_1)}{dt} = \frac{Q_{in} - k_1 \sqrt{h_1}}{A_1};$$

$$\frac{d(h_2)}{dt} = \frac{Q_{in} - k_2 \sqrt{h_2}}{A_2}$$

1. Собрать в Matlab/Simulink схему, соответствующую вышеприведенным уравнениям.
2. Вычислить реакцию системы на ступенчатый входной сигнал (Step) с помощью блока Scope.
3. Построить и исследовать графики переходных процессов.
4. Подготовить отчет по выполненной работе.

Примерные вопросы к защите (ПК-2):

1. Назовите назначение каждого функционального блока Simulink.
2. Каким образом задается значение Q_{in} ?
3. На что влияет изменение значений k_1, k_2 ?
4. Что определяют параметры A_1, A_2 ?
5. На что влияет изменение значений A_1, A_2 ?
6. Как задается в блоке Step запаздывание?

Задание 2. Нелинейные динамические модели в Matlab. Изучить способы задания и исследования линейных и нелинейных моделей в System Identification Toolbox.

Примерные вопросы к защите (ОПК-5):

1. Какие существуют методы идентификации нелинейных систем?
2. Перечислите виды и покажите структуру нелинейных систем.
3. Какие блоки Simulink позволяют производить оценивание ряда типовых моделей?
4. Как осуществляется импорт данных?
5. Какой перечень моделей в System Identification Toolbox?
6. Как посмотреть параметры полученных моделей?

Основные теоретические положения, последовательность выполнения работы, методика, правила оформления и варианты индивидуальных заданий по лабораторным работам описаны в лабораторном практикуме:

Тугашова Л.Г. Моделирование систем управления: методические указания по выполнению лабораторных работ и организации самостоятельной работы по дисциплине «Моделирование систем управления» для бакалавров направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» всех форм обучения. – Альметьевск: АГНИ, 2019.-35 с.

6.3.3. Практические задачи

6.3.3.1. Порядок проведения

Выполнение практических задач осуществляется студентами на практических занятиях и самостоятельно с использованием лекционного материала, а также материалов из списка рекомендованной основной и дополнительной литературы, учебно-методических изданий и нормативно-правовых источников. Ответ студента оценивается преподавателем в соответствии с установленными критериями.

6.3.3.2. Критерии оценивания

Баллы в интервале 86-100% от максимальных (максимальный балл приведен в п. 6.4) ставятся, если обучающийся:

- умеет разбирать альтернативные варианты решения практических задач, развиты навыки критического анализа проблем, предлагает новые решения в рамках поставленной задачи.

Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- показал умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, но допустил не критичные неточности и доказательства в ответе и решении.

Баллы в интервале 55-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- в состоянии решать задачи в соответствии с заданным алгоритмом, однако допускает ряд ошибок при решении конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Баллы в интервале 0-54% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- допускает грубые ошибки в решении типовых практических задач (неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой дисциплины).

6.3.3.3. Содержание оценочного средства

Пример 1. Решить ОДУ или систему ОДУ следующими методами: явный метод Эйлера, модифицированный метод Эйлера (двухшаговый), метод трапеций, метод Эйлера-Коши, неявный метод Эйлера, метод Рунге-Кутты второго и четвертого порядка с применением решателей ode.

Вопросы (ПК-2):

По каждому методу объяснить последовательность решения, сравнить явные и неявные методы, пояснить, как влияет на результат изменение величины шага?

Пример 2. Изучить основы работы в Simulink по приведенной последовательности и ответить на следующие вопросы (ОПК-5):

1. С помощью какого блока можно задать коэффициент усиления в S-файле?

2. Сколько входных сигналов может быть у блока суммирования Sum?

3. Для какого LTI-объекта учитываются начальные условия?

4. Каким образом можно скопировать фрагмент модели в S-файле?

5. В чем особенность использования блока LTI System?

6. Как задать интервалы интегрирования системы S-файла?

7. С помощью какой команды можно выполнить S-файл?

8. С помощью какого блока можно создать массив данных выхода?

Полный комплект практических заданий по темам дисциплины представлен в методических указаниях:

Тугашова Л.Г. Моделирование систем управления: методические указания по проведению практических занятий по дисциплине «Моделирование систем управления» для бакалавров направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» всех форм обучения. – Альметьевск: АГНИ, 2019.-35 с.

6.3.4. Курсовая работа

6.3.4.1. Порядок проведения

Выполнение курсовой работы осуществляется обучающимися самостоятельно в течение семестра, включает в себя расчетно-пояснительную записку. Направлен на формирование общепрофессиональных и профессиональных компетенций. По завершению курсовой работы проводится его защита. Ответ студента оценивается преподавателем в соответствии с установленными критериями.

6.3.4.2. Критерии оценивания

Баллы в интервале 86-100 ставятся, если обучающийся:

- демонстрирует продвинутый уровень владения знаниями, умениями и навыками соответствующих компетенций, что позволяет ему решать широкий круг нетиповых задач дисциплины;
- дал четкие, обоснованные и полные ответы на вопросы при защите курсового проекта, проявил готовность к дискуссии, высокий уровень владения сформированными знаниями, умениями и навыками, полностью и доходчиво изложил этапы решения задач, четко сформулировал результаты и доказал их высокую значимость, проявил высокую эрудицию и свободное владение материалом курсовой работы.

Баллы в интервале 71-85 ставятся, если обучающийся:

- ответил на вопросы преимущественно правильно, но недостаточно четко, уровень владения сформированными знаниями, умениями и навыками средний, сформулированные задачи изложены с некоторыми погрешностями, владение материалом курсовой работы достаточно свободное.

Баллы в интервале 55-70 ставятся, если обучающийся:

- ответил на вопросы не в полном объеме, на некоторые вопросы ответ не дал, продемонстрировал уровень владения знаниями, умениями и навыками базовый, имеются заметные погрешности в структуре курсовой работы, владение материалом курсовой работы не вполне свободное, но достаточное.

Баллы в интервале 0-54 ставятся:

- в случае, если на большую часть вопросов и замечаний ответы не были получены, либо они показали полную некомпетентность обучающегося по теме курсовой работы, вызывающие сомнение в самостоятельном выполнении курсовой работы, неудовлетворительное владение полученными знаниями, умениями и навыками (компетенции не освоены).

6.3.4.3. Содержание оценочного средства

В начале 8 семестра каждый студент получает индивидуальное задание по выполнению курсовой работы.

Темы курсовых работ: «Разработка математической модели объекта и системы управления (по вариантам)».

Введение. Выбор входных и выходных параметров объекта. Методы математического моделирования и моделирующие программы. Корреляционный анализ. Регрессионный анализ. Построение динамической

линейной модели. Проверка адекватности полученной модели. Построение системы автоматического управления в Simulink. Выбор настроечных параметров регулятора. Заключение.

Примерные вопросы к защите курсовой работы

ОПК-5:

1. Для чего необходима нормировка исходных данных?
2. Как и для чего определяется коэффициент корреляции?
3. В чем состоит задача регрессионного анализа?
4. Какой метод применяется для нахождения коэффициентов в уравнении множественной регрессии?
5. В чем сущность применяемого метода для нахождения коэффициентов в уравнении множественной регрессии?
6. Как определяется значимость коэффициентов в уравнении множественной регрессии?
7. Как определяется коэффициент детерминации?
8. Для чего определяется коэффициент детерминации и в каких пределах находится?
9. Объясните синтаксис функции для нахождения коэффициента корреляции.
10. Объясните синтаксис функции для нахождения коэффициента детерминации.

ПК-2:

11. Назовите параметры АРИМА-модели.
12. Объясните синтаксис функции для определения параметров АРИМА-модели.
13. Объясните нахождение порядков авторегрессии и скользящего среднего.
14. Что такое АКФ, для чего определяется?
15. Что такое ЧАКФ, для чего определяется?
16. Что такое постпрогноз?
17. Поясните выбор настроечных параметров регулятора.
18. Каким образом определяются показатели качества переходного процесса в Matlab?

Требования к оформлению и выполнению расчетно-пояснительной записки, а также варианты заданий на курсовую работу приведены в методических указаниях:

Тугашова Л.Г. Моделирование систем управления: методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Моделирование систем управления» для бакалавров направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» всех форм обучения. – Альметьевск: АГНИ, 2019.-25 с.

6.3.5. Зачет.

6.3.5.1. Порядок проведения

Зачет формируется по результатам текущего контроля, без дополнительного опроса, так как в течение семестра проводится необходимое количество контрольных мероприятий, которые в своей совокупности проверяют уровень сформированности соответствующих компетенций.

6.3.5.2. Критерии оценивания

Для получения зачета общая сумма баллов за контрольные мероприятия текущего контроля (с учетом поощрения обучающегося за участие в научной деятельности или особые успехи в изучении дисциплины) должна составлять от 35 до 60 баллов.

6.3.6. Экзамен

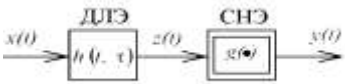
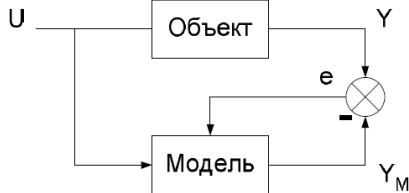
6.3.6.1. Порядок проведения

Тип задания – вопросы к экзамену. Вопросы к экзамену выдаются студентам заранее. Ответ обучающегося оценивается преподавателем в соответствии с установленными критериями.

Экзамен проводится в форме компьютерного тестирования. Студенту предоставляется блок тестовых заданий (20-40 шт.), которые генерируются автоматической тестирующей системой персонально в случайном порядке и содержат вопросы по всему перечню тем дисциплины. Каждое правильное выполненное тестовое задание оценивается в 2-1 балл. Максимальное число баллов за экзамен в тестовой форме – 40.

Образец тестового задания

Код компет енции	Тестовые вопросы	Варианты ответов			
		1	2	3	№ ответа
ОПК-5	В выражении $Y_i^0 = \frac{Y_i - \bar{Y}}{S_Y}$ Y_i^0 -	Нормирован ные значения факторов	Начальные значения факторов	Средние значения факторов	
	Критерий детерминации определяется по формуле	$1 - \frac{(N-k)S_{ост}^2}{(N-1)S_Y^2}$	$1 - \frac{(N-k)S_Y^2}{(N-1)S_{ост}^2}$	$1 - \frac{(N-1)S_{ост}^2}{(N-k)S_Y^2}$	
	Классификация моделей по поведению во времени	Статическая и динамическая модель	Детерминированная и стохастическая модель	Дискретная и непрерывная модель	
	Функции создания моделей стационарных систем в виде модели переменных состояния	zpk	tf	ss	
ПК-2	Определение вида уравнений математического описания	Структурная идентификация	Параметрическая идентификация	Непараметрическая идентификация	
	Метод(ы) параметрической идентификации	градиентный метод	метод наименьших	метод максимальн	

			квадратов	ого правдоподобия	
	Математическое ожидание произведений двух сигналов, один из которых сдвинут относительно другого по времени.	Автокорреляционная функция	Взаимная корреляционная функция	Спектральная плотность	
ОПК-5	В matlab функция ... создает массив с нулевыми элементами	eig	ones	zeros	
	функция позволяет сравнить выходы модели и объекта с выводом на дисплей сравнительных графиков и указанием оценки адекватности модели	compare	comp	resid	
		Модель Гаммерштейна	Модель Винера	Модель Гаммерштейна – Винера	
	Функции создания моделей стационарных систем в виде модели переменных состояния	zpk	tf	ss	
ПК-2		Итерационная схема	Явная схема	Неявная схема	
	$\frac{dx}{dt} = Ax + Bu,$ $y = Cx + Du,$	Непрерывная модель в пространстве состояний	Дискретная модель в пространстве состояний	Модель «вход-выход»	
	Корреляционная функция «белого шума» представляет собой	δ - функцию	Функцию Дирака	Функцию Хевисайда	
	Оператор hold в матлаб	несколько графиков на одном экране	сетка	цикл	

6.3.6.2. Критерии оценивания

Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- демонстрирует продвинутый уровень владения знаниями, умениями и навыками соответствующих компетенций, что позволяет ему решать широкий круг типовых и нетиповых задач;
- проявил высокую эрудицию и свободное владение материалом дисциплины;

- дал ответы на вопросы четкие, обоснованные и полные, проявил готовность к дискуссии.

Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- демонстрирует знания, умения, навыки, сформированные на среднем уровне соответствующих компетенций;

- способен самостоятельно воспроизводить и применять соответствующие знания, умения и навыки для решения типовых задач дисциплины;

- может выполнять поиск и использовать полученную информацию для выполнения новых профессиональных действий;

- дал ответы на вопросы преимущественно правильные, но недостаточно четкие.

Баллы в интервале 55-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- демонстрирует знания, умения, навыки, сформированные на базовом уровне соответствующих компетенций;

- частично, с помощью извне (например, с использованием наводящих вопросов) может воспроизводить и применять соответствующие знания, умения, навыки;

- дал ответы на вопросы не полные.

Баллы в интервале 0-54% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- не ответил на большую часть вопросов;

- демонстрирует полную некомпетентность в материале дисциплины, не способен самостоятельно, без помощи извне, воспроизводить и применять соответствующие знания, умения, навыки.

6.3.6.3. Содержание оценочного средства

Примерные вопросы к экзамену

ОПК-5

1. Математическое моделирование. Виды математических моделей. Математическое описание статики и динамики объектов.

2. Классификация методов математического моделирования. Пассивный и активный эксперимент.

3. Экспериментальный метод создания математической модели. Определение уравнений статики по данным пассивного эксперимента.

4. Метод наименьших квадратов.

5. Методы планирования экспериментов. Случай однофакторного и многофакторного эксперимента.

6. Динамические характеристики. Прямое и обратное преобразование Лапласа. Экспериментальное определение динамических характеристик объекта. Временные, импульсные и частотные характеристики.

7. Задачи корреляционного анализа. Коэффициент корреляции, интерпретация коэффициента корреляции.

8. Задачи регрессионного анализа. Определение вида приближенного уравнения регрессии по данным пассивного эксперимента.

9. Вычисление коэффициентов регрессионной модели и проверка их значимости.

10. Нелинейный метод наименьших квадратов.

11. Проверка адекватности и работоспособности регрессионной модели с применением критерия Фишера.

12. Модели множественной регрессии. Постановка задачи и основные понятия. Множественный корреляционный анализ.

13. Классическая линейная множественная регрессия. Показатели качества уравнения множественной регрессии.

14. Нелинейные модели множественной регрессии.

ПК-2:

15. Определение передаточной функции по временным характеристикам объекта.

16. Определение передаточной функции по частотным характеристикам объекта.

17. Корреляционный метод идентификации.

18. Идентификация параметров объекта спектральным методом.

19. Метод вспомогательных переменных.

20. Метод максимального правдоподобия. Сравнение методов.

ОПК-5

21. Основы теории массообмена.

22. Модели тепловых процессов.

23. Математическое описание объектов с сосредоточенными и распределенными параметрами. Классификация объектов управления.

24. Математическое описание процесса ректификации

25. Математическое описание объектов с сосредоточенными параметрами. Математическое описание процесса ректификации (технологическая схема, параметры и уравнения балансов).

26. Математическое описание объектов с распределенными параметрами. Теплообменник типа "труба в трубе".

27. Математическая модель сепарационной установки.

28. Составление уравнений баланса потоков для сетей нефтедобычи.

29. Нелинейные модели. Линеаризация.

30. Виды нелинейностей. Модель Гаммерштейна, Винера.

ПК-2:

31. Математические модели в пространстве состояний.

32. Линейные преобразования в пространстве состояний.

33. Структурированные модели.

34. Дискретные модели.

35. Математические модели на базе матричных операторов.

36. Идентификация переменных состояния объектов управления.

37. Характеристики внешних воздействий.

38. Модели помех в реальных системах.

39. Математические модели внешних возмущений.

40. Этапы имитационного моделирования.

41. Идентификация и верификация имитационной модели.

42. Основы работы в MATLAB (операторы и функции; программирование в MATLAB).

43. Дифференциальные и разностные уравнения в MATLAB.

44. Моделирование систем управления в системе Simulink.

45. Решение ОДУ в Matlab.

46. Решение ДУЧП в Matlab.

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

В ГБОУ ВО АГНИ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся.

Общие положения:

- Для допуска к экзамену студенту необходимо набрать не менее **35 баллов** по результатам текущего контроля знаний.
- Если студент по результатам текущих и промежуточных контролей в учебном семестре набрал от **55** до **60** баллов и по данной дисциплине предусмотрен экзамен, то по желанию студента в экзаменационную ведомость и зачетную книжку экзаменатором без дополнительного опроса может быть проставлена оценка «удовлетворительно».
- выполнение контрольных работ и тестов принимается в установленные сроки.
- защита лабораторных работ принимается в установленные сроки.
- при наличии уважительных причин срок сдачи может быть продлен, но не более чем на две недели.
- рейтинговая оценка регулярно доводится до студентов и передается в деканат в установленные сроки.

Порядок выставления рейтинговой оценки

1. До начала семестра преподаватель формирует рейтинговую систему оценки знаний студентов по дисциплине, с разбивкой по текущим аттестациям.
2. Преподаватель обязан на первом занятии довести до сведения студентов условия рейтинговой системы оценивания знаний и умений по дисциплине.
3. После проведения контрольных испытаний преподаватель обязан ознакомить студентов с их результатами и по просьбе студентов объяснить объективность выставленной оценки.
4. В случае пропусков занятий по неуважительной причине студент имеет право добрать баллы после изучения всех модулей до начала экзаменационной сессии.
5. Студент имеет право добрать баллы во время консультаций, назначенных преподавателем.

6. Преподаватель несет ответственность за правильность подсчета итоговых баллов.

7. Преподаватель не имеет права аннулировать баллы, полученные студентом во время семестра, обязан учитывать их при выведении итоговой оценки.

Распределение рейтинговых баллов по дисциплине

По дисциплине «Моделирование систем управления» предусмотрено 2 дисциплинарных модуля в 7 семестре и 2 дисциплинарных модуля в 8 семестре.

Распределение рейтинговых баллов по дисциплинарным модулям

	ДМ 7.1	ДМ 7.2
Текущий контроль (лабораторные работы и практические задания)	11-20	11-20
Текущий контроль (тестирование)	6-10	7-10
Итоговый балл	17-30	18-30
	35-60	
	ДМ 8.1	ДМ 8.2
Текущий контроль (лабораторные работы и практические задания)	13-23	10-17
Текущий контроль (тестирование)	6-10	6-10
Итоговый балл	19-33	16-27

ДМ 7.1

№	Виды работ	Максимальный балл
Текущий контроль		
1	Практическая работа №1. Определение коэффициентов регрессии методом наименьших квадратов.	2
2	Практическая работа №2. Регрессионный анализ данных	1
3	Практическая работа №3. Корреляционный анализ	1
4	Практическая работа № 4. Передаточные функции, модели в пространстве состояний в Matlab	2
5	Практическая работа № 5. Соединения LTI-объектов в Matlab	2
6	Лабораторная работа № 1. Основные элементы языка программирования Matlab	2
7	Лабораторная работа № 2. Создание графиков, пользовательских функций в Matlab	2

8	Лабораторная работа № 3. Циклы, гистограммы в Matlab	2
9	Лабораторная работа № 4. Модели множественной регрессии в матричной форме. Загрузка исходных данных в Matlab.	2
10	Лабораторная работа № 5. Модели множественной регрессии. Реализация в Matlab	2
11	Лабораторная работа № 6. Защита лабораторных работ.	2
Итого:		20
Текущий контроль		
1	Тестирование по модулю 7.1	10
Итого по ДМ 7.1:		30

ДМ 7.2

№	Виды работ	Максимальный балл
Текущий контроль		
1	Практическая работа № 6. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) и систем ОДУ в Matlab	3
2	Практическая работа № 7. Решение ОДУ с помощью функции ode	3
3	Практическая работа № 8. Дифференциальные уравнения в частных производных. Явные схемы	2
4	Практическая работа № 9. Неявные схемы.	2
5	Лабораторная работа № 7. Оценка статистической значимости коэффициентов в Matlab	4
6	Лабораторные работы № 8. Оценка адекватности моделей множественной регрессии в Matlab	2
7	Лабораторные работы № 9. Защита лабораторных работ	4
Итого:		20
Текущий контроль		
1	Тестирование по модулю 7.2	10
Итого по ДМ 7.2:		30

ДМ 8.1

№	Виды работ	Максимальный балл
Текущий контроль		
1	Практическая работа №10. Модели тепловых процессов.	2

2	Практическая работа №11. Примеры моделей тепловых процессов	5
3	Практическая работа №12. Модели массообменных процессов	5
4	Практическая работа №13. Линейные динамические дискретные параметрические модели	3
5	Практическая работа №14. Линейные динамические дискретные параметрические модели (продолжение)	2
6	Практическая работа №15. Нелинейные динамические модели	2
7	Лабораторная работа № 10. Основы работы в программе Simulink	2
8	Лабораторная работа № 11. Моделирование линейных непрерывных систем в Simulink	2
Итого:		23
Текущий контроль		
1	Тестирование по модулю 8.1	10
Итого:		33

ДМ 8.2

№	Виды работ	Максимальный балл
Текущий контроль		
1	Лабораторная работа № 12. Моделирование САУ в системе Simulink	5
2	Лабораторная работа № 13. Материальный баланс емкости в Matlab	5
3	Лабораторная работа № 14. Методы настройки регуляторов в Matlab.	5
4	Лабораторная работа № 15. Защита лабораторных работ	2
Итого:		17
Текущий контроль		
1	Тестирование по модулю 8.2	10
Итого:		27

Студентам могут быть добавлены **дополнительные баллы** за следующие виды деятельности:

- участие в научно-исследовательской работе кафедры (до 7 баллов),
- выступление с докладами (по профилю дисциплины) на конференциях различного уровня (до 5 баллов),
- участие в написании статей с преподавателями кафедры (до 5 баллов),
- участие в интеллектуальной игре «Брейн-ринг», проводимой кафедрой автоматизации и информационных технологий (до 5 баллов), на олимпиадах по профилю кафедры в других вузах (до 10 баллов).

При этом, если в течение семестра студент набирает более 60 баллов (по результатам дисциплинарных модулей и полученных дополнительных баллов), то итоговая сумма баллов округляется до 60 баллов.

В соответствии с Учебным планом направления подготовки 27.03.04 – «Управление в технических системах» по дисциплине «Моделирование систем управления» предусмотрен **зачет в 7 семестре**.

Для получения зачета общая сумма баллов (за дисциплинарные модули и дополнительные баллы) должна составлять от 35 до 60 баллов.

В соответствии с Учебным планом направления подготовки 27.03.04 – «Управление в технических системах» по дисциплине «Моделирование систем управления» предусмотрен **экзамен в 8 семестре**.

Критерии оценки знаний студентов

в рамках промежуточной аттестации в форме экзамена

Экзамен проводится в форме компьютерного тестирования. Студенту предоставляется блок тестовых заданий (20-40 шт.), которые генерируются автоматической тестирующей системой персонально в случайном порядке и содержат вопросы по всему перечню тем дисциплины. Каждое правильное выполненное тестовое задание оценивается в 2-1 балл. Максимальное число баллов за экзамен в тестовой форме – 40.

Шкала перевода рейтинговых баллов

Общее количество набранных баллов	Оценка
55-70	удовлетворительно
71-85	хорошо
86-100	отлично

Курсовая работа

В соответствии с Учебным планом направления подготовки 27.03.04 – «Управление в технических системах» по дисциплине «Моделирование систем управления» предусмотрена **курсовая работа в 8 семестре**.

Критерии оценивания выполнения и защиты курсовой работы

№ п/п	Виды деятельности студента при выполнении курсовой работы	Максимальное количество баллов
Текущая работа		50
1	Постановка задачи, анализ задания	10
2	Выбор расчетных методик и формул для решения поставленных задач и обоснование принятых допущений. Решение поставленной (экспериментальной, теоретической) задачи	20
3	Анализ полученного решения и его качественная оценка	20
Защита курсовой работы		50
4	Защита курсовой работы: - качество анализа используемой литературы;	10

- качество выполнения чертежей и иллюстраций;	10
- оформление пояснительной записки;	10
- использование современных информационных технологий;	10
- умение студента ориентироваться в теоретическом материале работы и доходчиво ее доложить	10
Общая оценка	100

Для получения оценки за курсовую работу общая сумма баллов (текущая работа и защита курсовой работы) должна составлять от 55 до 100 баллов (см. шкалу перевода рейтинговых баллов).

Шкала перевода рейтинговых баллов

Общее количество набранных баллов	Оценка
55-70	3 (удовлетворительно)
71-85	4 (хорошо)
86-100	5 (отлично)

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Библиографическое описание	Количество печатных экземпляров или адрес электронного ресурса	Коэффициент обеспеченности
Основная литература			
1.	Кази́ев, В. М. Введение в анализ, синтез и моделирование систем [Электронный ресурс] / В. М. Кази́ев. — Электрон. текстовые данные. — М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 270 с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/52188.html	1
2.	Глухов, Д. О. Моделирование систем управления [Электронный ресурс]: практикум / Д. О. Глухов, И. В. Петухов; под ред. Д. О. Глухов. — Электрон. текстовые данные. — Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2015. — 84 с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/75437.html	1
3.	Зариковская, Н. В. Математическое моделирование систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н. В. Зариковская. — Электрон. текстовые данные. —	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/72124.html	1

	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014. — 168 с.		
Дополнительная литература			
1.	Дьяконов В.П. MATLAB R2006/2007/2008 + Simulink 5/6/7. Основы применения [Электронный ресурс] / Дьяконов В.П. – Электрон. текстовые данные. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2008. – 800 с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/8718./ – ЭБС «IPRbooks».	1
2.	Перельмутер В.М. Пакеты расширения MATLAB. Control System Toolbox и Robust Control Toolbox [Электронный ресурс] / Перельмутер В.М. – Электрон. текстовые данные. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2008. – 224 с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/20883./ – ЭБС «IPRbooks».	1
3.	Плохотников К.Э. Вычислительные методы. Теория и практика в среде MATLAB [Электронный ресурс]: курс лекций. Учебное пособие для вузов / Плохотников К.Э. – Электрон. текстовые данные. – М.: Горячая линия – Телеком, 2013. – 496 с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/37120./ — ЭБС «IPRbooks».	1
4.	Математическое моделирование. Практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л. А. Коробова, Ю. В. Бугаев, С. Н. Черняева, Ю. А. Сафонова. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. — 112 с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/70808.html	1
Учебно-методические издания			
1.	Тугашова Л.Г. Моделирование систем управления. Методические указания по выполнению лабораторных работ и организации самостоятельной работы по дисциплине «Моделирование систем управления» для бакалавров направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» всех форм обучения. – Альметьевск: АГНИ, 2019.-35 с.	http://elibrary.agni-rt.ru/	1
2.	Тугашова Л.Г. Моделирование систем управления. Методические указания по проведению практических занятий по дисциплине «Моделирование	http://elibrary.agni-rt.ru/	1

	систем управления» для бакалавров направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» всех форм обучения. – Альметьевск: АГНИ, 2019.-35 с.		
3.	Тугашова Л.Г. Моделирование систем управления. Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Моделирование систем управления» для бакалавров направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» всех форм обучения. – Альметьевск: АГНИ, 2019.-25 с.	http://elibrary.agni-rt.ru/	1

8. Перечень профессиональных баз данных, информационных справочных систем и информационных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

№ п/п	Наименование	Адрес в Интернете
1	Центр инженерных технологий и моделирования	https://exponenta.ru
2	Единое окно доступа к информационным ресурсам	http://window.edu.ru/
3	Российская государственная библиотека	http://www.rsl.ru
4	Электронная библиотека Elibrary	http://elibrary.ru
5	Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://iprbookshop.ru
6	Электронная библиотека АГНИ	http://elibrary.agni-rt.ru/

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Цель методических указаний по освоению дисциплины – обеспечить обучающемуся оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

Изучение дисциплины обучающимся требует систематического, упорного и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить как пропущенную тему, так и всю дисциплину в целом. Именно поэтому контроль над систематической работой студентов должен находиться в центре внимания преподавателя.

При подготовке к лекционным занятиям (теоретический курс) обучающимся необходимо:

- перед очередной лекцией необходимо изучить по конспекту материал предыдущей лекции, просмотреть рекомендуемую литературу;

- при затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам, рекомендованным рабочей программой дисциплины. Если разобраться в материале самостоятельно не удалось, то следует обратиться к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических, лабораторных занятиях.

При подготовке к практическим и лабораторным занятиям обучающимся необходимо:

- приносить с собой рекомендованную в рабочей программе литературу к конкретному занятию;

- до очередного практического, лабораторного занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей теме;

- теоретический материал следует соотносить с нормативно-справочной литературой, так как в ней могут быть внесены последние научные и практические достижения, изменения, дополнения, которые не всегда отражены в учебной литературе;

- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;

- на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов, в случае затруднений – обращаться к преподавателю.

Обучающимся, пропустившим занятия (независимо от причин), рекомендуется не позже, чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изученной на занятии.

Курсовая работа по дисциплине «Моделирование систем управления» – самостоятельная учебная работа по приобретению практических навыков в области моделирования систем и процессов. Тема курсовой работы и исходные данные для ее выполнения выдаются обучающемуся на первой неделе восьмого семестра. В процессе выполнения курсовой работы проводятся групповые и индивидуальные консультации. Итоговая оценка за курсовую работу выставляется после проведения ее защиты у руководителя курсовой работы.

Самостоятельная работа студентов имеет систематический характер и складывается из следующих видов деятельности:

- подготовка ко всем видам контрольных испытаний, в том числе к текущему контролю успеваемости (в течение семестра), промежуточной аттестации (по окончании семестра);

- решение практических задач;

- выполнение курсовой работы;

- самостоятельное изучение теоретического материала;

- оформление отчетов по лабораторным работам;

- подготовка к защите отчетов по лабораторным работам.

Для выполнения указанных видов работ необходимо изучить соответствующие темы теоретического материала, используя конспект лекций, учебники и учебно-методическую литературу, а также интернет-ресурсы.

Перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнению самостоятельной работы, а также методические материалы на бумажных и/или электронных носителях, выпущенные кафедрой своими силами и предоставляемые студентам во время занятий, представлены в пункте 7 рабочей программы.

Для изучения дисциплины также, используется система дистанционного обучения АГНИ «Цифровой университет» (СДО АГНИ), созданная на платформе MOODLE, которая позволяет организовать контактную работу обучающихся посредством сети «Интернет» в удаленном режиме доступа. При этом трудоемкость дисциплины и контактной работы, материалы, используемые для проведения занятий, соответствуют учебному плану, РПД и позволяют полностью освоить заданные компетенции. Вид и форма лекционного материала и материала для практических занятий определяется преподавателем и размещается в СДО АГНИ «Цифровой университет».

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в электронно-библиотечной системе «IPRbooks», доступ к которым предоставлен студентам.

10. Перечень программного обеспечения

Освоение дисциплины «Моделирование систем управления» предполагает использование следующего программного обеспечения:

№п/п	Наименование программного обеспечения	Лицензия	Договор
1	Microsoft Office ProfessionalPlus 2016 Rus Academic OLP (Word, Excel, PowerPoint, Access)	№67892163 от 26.12.2016	№0297/136 от 23.12.2016
2	Microsoft Office Standard 2016 Rus Academic OLP (Word, Excel, PowerPoint)	№67892163 от 26.12.2016	№0297/136 от 23.12.2016
3	Microsoft Windows Professional 10 Rus Upgrade Academic OLP	№67892163 от 26.12.2016	№0297/136 от 23.12.2016
4	ABBYY FineReader 12 Professional	№197059 от 26.12.2016	№0297/136 от 23.12.2016
5	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	№24C4-181023-142527-330-872	№591/ВР00181210 -СТ от 04.10.2018
6	Электронно-библиотечная система IPRbooks		Государственный контракт №578 от 07.11.2018г.
7	ПО «Автоматизированная тестирующая система»	Свидетельство государственной регистрации программ для ЭВМ №2014614238 от 01.04.2014 г.	
8	Программное обеспечение Matlab	Академическая (локальная), бессрочная	№2017.54528 от 25.10.2017г.
9	7-ZIP File Manager	(Свободно распространяемое ПО)	

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по данной дисциплине

Освоение дисциплины «Моделирование систем управления» предполагает использование нижеперечисленного материально-технического обеспечения:

№ п/п	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Ул. Р. Фахретдина, 42. Учебный корпус В, аудитория В-207 (учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа)	1. Компьютер в комплекте с монитором ITCorp 2. Проектор NEC 3. Экран проекционный 4. Принтер Pantum P2207
2.	Ул. Р. Фахретдина, 42. Учебный корпус В, компьютерный класс В-214 (учебная аудитория для проведения занятий лабораторного и практического типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы)	1. Компьютер в комплекте с монитором IT Corp 3250 – 11 шт. с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду института. 2. Проектор NEC 3. Экран на штативе 4. Принтер HP LJ P3015d 5. Сканер Epson Perfection V33

*Специальные помещения – учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических и лабораторных занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися лицам с ограниченными возможностями здоровья:

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся лицам с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы (проекта) - не более чем на 15 минут.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки 27.03.04 – «Управление в технических системах», направленность (профиль) программы «Управление и информатика в технических системах».

АННОТАЦИЯ рабочей программы дисциплины

«Моделирование систем управления»

Направление подготовки
27.03.04 – Управление в технических системах

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

Оцениваемые компетенции (код, наименование)	Результаты освоения компетенции	Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации
ОПК-5 Способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	знать: – основные принципы и методы построения математических моделей систем управления, их формы представления и преобразования для целей управления; уметь: – применять принципы и методы построения математических моделей при разработке и исследовании систем управления; владеть: – основными приемами обработки, представления экспериментальных данных и способами оценки адекватности моделей.	Текущий контроль: Компьютерное тестирование по темам 1-11 Практические задачи по темам 3, 4, 8, 9 Лабораторные работы по темам 2, 3, 5, 6, 9 Промежуточная аттестация: Курсовая работа Зачет Экзамен
ПК-2 Способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	знать: – инструментальные (программные и технические) средства моделирования систем и процессов; уметь: – применять численные и аналитические методы при разработке математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления; владеть: – навыками построения имитационных моделей по результатам обработки вычислительного эксперимента с использованием стандартных программных средств.	Текущий контроль: Компьютерное тестирование по темам 1-11 Практические задачи по темам 3, 4, 8, 9 Лабораторные работы по темам 2, 3, 5, 6, 9 Промежуточная аттестация: Курсовая работа Зачет Экзамен

Место дисциплины в структуре ОПОП ВО	Б1.Б.19. Дисциплина «Моделирование систем управления» является обязательной, входит в состав Блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части ОПОП по направлению 27.03.04 – Управление в технических системах», направленность(профиль)программы – Управление и информатика в технических системах». Осваивается на 4 курсе в 7, 8 семестре.
Общая трудоемкость дисциплины (в зачетных единицах и часах)	Зачетных единиц по учебному плану: 5 ЗЕ. Часов по учебному плану: 180 ч.
Виды учебной работы	Контактная работа обучающихся с преподавателем: - лекции – 29 часов; - практические занятия – 29 часов; - лабораторные занятия – 29 часов; - КСР – 4 часа. Самостоятельная работа – 53 часа. Контроль (экзамен) – 36 часов.
Изучаемые темы (разделы)	Тема 1. Классификация и виды моделирования Тема 2. Общая схема разработки математических моделей Тема 3. Методы регрессионного и корреляционного анализа Тема 4. Планирование многофакторного эксперимента Тема 5. Непараметрическая идентификация Тема 6. Параметрическая идентификация Тема 7. Математические модели технических систем Тема 8. Численные методы моделирования Тема 9. Моделирование технологических процессов как объектов управления Тема 10. Математические модели внешних воздействий Тема 11. Имитационное моделирование
Форма промежуточной аттестации	Зачет в 7 семестре; экзамен в 8 семестре; курсовая работа в 8 семестре.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор АГНИ

«__» _____ 20__ г.

ЛИСТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ
к рабочей программе дисциплины Б1.Б.19

Моделирование систем управления

Направление подготовки: 27.03.04 – Управление в технических системах

Направленность (профиль) программы: Управление и информатика в технических системах

на 20__/20__ учебный год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

Изменения в рабочей программе рассмотрены и одобрены на заседании кафедры: _____

(наименование кафедры)

протокол № ____ от «__» _____ 20__ г.

Зав. кафедрой:

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

(И.О.Фамилия)