

**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)

« 12 » 06 2020 г.

**Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.01
ИДЕНТИФИКАЦИЯ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ**

Направление подготовки: 15.04.04 – «Автоматизация технологических процессов и производств»

Направленность (профиль) программы: Автоматизация технологических процессов и производств

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очная, очно-заочная

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, 2020г.

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы 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 «**Идентификация и математическое моделирование систем управления**» разработана старшим преподавателем 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 «Идентификация и математическое моделирование систем управления»:

Оцениваемые компетенции (код, наименование)	Результаты освоения компетенции	Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации
ПК – 16 способностью проводить математическое моделирование процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления с использованием современных технологий научных исследований, разрабатывать алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем автоматизации и управления	знать: – теоретические основы структурной и параметрической идентификации; – классификацию моделей и области их использования; – методы моделирования и анализа систем; уметь: – обоснованно выбирать метод моделирования с использованием современных технологий научных исследований; – строить адекватную модель системы или процесса с использованием современных компьютерных средств; владеть: – методами и приемами имитационного моделирования на основании опыта, полученного при выполнении практических работ; – навыками использования математических моделей объекта в различных областях практической деятельности.	Текущий контроль: Компьютерное тестирование по темам 1-4 Практические задачи по темам 1-4 Промежуточная аттестация: Зачет с оценкой

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

Дисциплина «Идентификация и математическое моделирование систем управления» является дисциплиной по выбору, входит в состав Блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к вариативной части ОПОП по направлению подготовки 15.04.04 – Автоматизация технологических процессов и производств, направленность (профиль) – Автоматизация технологических процессов и производств – Б1.В.ДВ.01.01.

Дисциплина изучается на 1 курсе во 2 семестре¹/на 1 курсе во 2 семестре².

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 4 зачетных единицы, 144 часов.

Контактная работа обучающихся с преподавателем:

- практические занятия – 48 часов¹/28 часов²;
- КСР – 4 часа¹/4 часа².

Самостоятельная работа – 92 часов¹/112 часов².

Форма промежуточной аттестации дисциплины: зачет с оценкой во 2 семестре¹/зачет с оценкой во 2 семестре².

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

Тематический план дисциплины

Очная форма обучения

№ п/п	Темы дисциплины	семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа
			лекции	практические занятия	лабораторные занятия	КСР	
1.	Тема 1. Метод наименьших квадратов в задачах идентификации.	2	-	12	-	2	23
2.	Тема 2. Численные методы в Matlab.	2	-	12	-		23
3.	Тема 3. Создание математических моделей линейных динамических	2	-	12	-	2	23

¹ Очная форма обучения

² Очно-заочная форма обучения

	объектов в пакете System Identification Toolbox.						
4.	Тема 4. Моделирование систем управления с применением пакета Control System Toolbox.	2	-	12	-		23
	Итого по дисциплине		-	48	-	4	92

Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Темы дисциплины	семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа
			лекции	практические занятия	лабораторные занятия	КСР	
1.	Тема 1. Метод наименьших квадратов в задачах идентификации.	2	-	7	-	2	28
2.	Тема 2. Численные методы в Matlab.	2	-	7	-		28
3.	Тема 3. Создание математических моделей линейных динамических объектов в пакете System Identification Toolbox.	2	-	7	-	2	28
4.	Тема 4. Моделирование систем управления с применением пакета Control System Toolbox.	2	-	7	-		28
	Итого по дисциплине		-	28	-	4	112

4.2 Содержание дисциплины

Темы	Количество часов	Используемый метод	Формируемые компетенции
Дисциплинарный модуль 2.1.			
Тема 1. Метод наименьших квадратов в задачах идентификации. – 12ч.			
Практическое занятие № 1. Решение систем линейных уравнений с помощью функции mldivide.	2	Групповое обсуждение	ПК - 16
Практическое занятие № 2. Решение задачи аппроксимации с помощью функций lsqnonlin .	2	Групповое обсуждение	ПК - 16
Практическое занятие № 3. Решение задачи аппроксимации с помощью функции lsqcurvefit.	2		ПК - 16
Практическое занятие № 4. Решение задачи аппроксимации с помощью функции quadprog.	2		ПК - 16

Практическое занятие № 5. Идентификация параметров САУ методами наименьших квадратов и последовательного интегрирования.	2	Групповое обсуждение	ПК - 16
Практическое занятие № 6. Идентификация параметров САУ методом наименьших квадратов с помощью функции lsqvefit.	2		ПК - 16
Тема 2. Численные методы в Matlab. – 12 ч.			
Практическое занятие № 7. Решение нелинейных уравнений – функция fzero.	2	Групповое обсуждение	ПК - 16
Практическое занятие № 8. Решение систем нелинейных уравнений – функция fsolve.	2	Групповое обсуждение	ПК - 16
Практическое занятие № 9. Решение ОДУ методом Рунге-Кутты в Matlab.	2		ПК - 16
Практическое занятие № 10. Решение ОДУ явным и неявным методом Эйлера.	2		ПК - 16
Практическое занятие № 11. Решение систем ОДУ явными и неявными методами.	2	Групповое обсуждение	ПК - 16
Практическое занятие № 12. Решение ОДУ с помощью функции ode.	2		ПК - 16
Дисциплинарный модуль 2.2.			
Тема 3. Создание математических моделей линейных динамических объектов в пакете System Identification Toolbox. – 12ч.			
Практическое занятие № 13. Изучение основных функций пакета System Identification Toolbox.	2	Групповое обсуждение	ПК - 16
Практическое занятие № 14. Обработка данных.	2		ПК - 16
Практическое занятие № 15. Непараметрическое оценивание данных.	2	Групповое обсуждение	ПК - 16
Практическое занятие № 16. Параметрическое оценивание данных.	2	Групповое обсуждение	ПК - 16
Практическое занятие № 17. Проверка адекватности модели.	2		ПК - 16
Практическое занятие № 18. Определение управляемости и наблюдаемости.	2		ПК - 16
Тема 4. Моделирование систем управления с применением пакета Control System Toolbox. – 12ч.			
Практическое занятие № 19. Изучение основных команд программного пакета Control System.	2	Групповое обсуждение	ПК - 16
Практическое занятие № 20. Преобразования LTI-моделей.	2		ПК - 16

Практическое занятие № 21. Получение временных и частотных характеристик.	2		ПК - 16
Практическое занятие № 22. Исследование динамики системы.	2	Групповое обсуждение	ПК - 16
Практическое занятие № 23. Временной и частотный анализ.	2		ПК - 16
Практическое занятие № 24. Использование графического интерфейса LTI-viewer.	2		ПК - 16

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 контактным 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 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 «Идентификация и математическое моделирование систем управления» приведены в методических указаниях:

Тугашова Л.Г., Корженевский А.Г. Идентификация и математическое моделирование систем управления: методические указания по проведению практических занятий и организации самостоятельной работы по дисциплине «Идентификация и математическое моделирование систем управления» для

магистров направления подготовки 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» очной и заочной форм обучения. – Альметьевск: тип. АГНИ, 2016. – 52 с.

6. Фонд оценочных средств по дисциплине

Основной целью формирования ФОС по дисциплине «Идентификация и математическое 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.

Итоговой оценкой освоения компетенций является промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой, 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	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
2	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			
3	Зачет с оценкой	Итоговая форма оценки степени освоения дисциплины. Зачет с оценкой	

		направлен на выявление соответствия усвоенного материала дисциплины требованиям рабочей программы дисциплины. Зачет с оценкой выставляется по результатам текущего контроля без дополнительного опроса.	
--	--	--	--

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)
1	ПК–16 способностью проводить математическое моделирование процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления с использованием современных технологий научных исследований, разрабатывать алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем автоматизации и управления	знать: – теоретические основы структурной и параметрической идентификации; – классификацию моделей и области их использования; – методы моделирования и анализа систем;	Сформированные систематические представления о теоретических основах структурной и параметрической идентификации; о классификации моделей и области их использования; о методах моделирования и анализа систем;	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о теоретических основах структурной и параметрической идентификации; о классификации моделей и области их использования; о методах моделирования и анализа систем;	Неполные представления о теоретических основах структурной и параметрической идентификации; о классификации моделей и области их использования; о методах моделирования и анализа систем;	Фрагментарные представления о теоретических основах структурной и параметрической идентификации; о классификации моделей и области их использования; о методах моделирования и анализа систем;
		уметь: – обоснованно выбирать метод моделирования с использованием современных технологий научных исследований; – строить адекватную модель системы или процесса с использованием современных компьютерных средств;	Сформированное умение обоснованно выбирать метод моделирования с использованием современных технологий научных исследований; строить адекватную модель системы или процесса с использованием современных компьютерных средств;	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение обоснованно выбирать метод моделирования с использованием современных технологий научных исследований; строить адекватную модель системы или процесса с	В целом успешное, но не систематическое умение обоснованно выбирать метод моделирования с использованием современных технологий научных исследований; строить адекватную модель системы или процесса с использованием современных	Фрагментарное умение обоснованно выбирать метод моделирования с использованием современных технологий научных исследований; строить адекватную модель системы или процесса с использованием современных

				использованием современных компьютерных средств;	компьютерных средств;	компьютерных средств;
		владеть: — методами и приемами имитационного моделирования на основании опыта, полученного при выполнении практических работ; — навыками использования математических моделей объекта в различных областях практической деятельности.	Успешное и систематическое владение методами и приемами имитационного моделирования на основании опыта, полученного при выполнении практических работ; навыками использования математических моделей объекта в различных областях практической деятельности.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения методами и приемами имитационного моделирования на основании опыта, полученного при выполнении практических работ; навыками использования математических моделей объекта в различных областях практической деятельности.	В целом успешное, но не систематическое владение методами и приемами имитационного моделирования на основании опыта, полученного при выполнении практических работ; навыками использования математических моделей объекта в различных областях практической деятельности.	Фрагментарное владение методами и приемами имитационного моделирования на основании опыта, полученного при выполнении практических работ; навыками использования математических моделей объекта в различных областях практической деятельности.

6.3. Варианты оценочных средств

6.3.1. Тестирование компьютерное

6.3.1.1. Порядок проведения

Тестирование компьютерное по дисциплине «Идентификация и математическое моделирование систем управления» проводится два раза в течение семестра. Банк 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
Дисциплинарный модуль 2.1.				
ПК-16	Требуется дополнительных затрат на накопление информации	Итерационная схема идентификации	Явная схема идентификации	Неявная схема идентификации
	Явная схема идентификации	Результаты идентификации получается сразу же в процессе вычислений	Требуется дополнительных затрат на накопление информации	Нет дополнительных затрат на накопление информации
	$y_{k+1} = y_k + hf(x_k, y_k)$.	формула явного метода Эйлера	формула неявного метода Эйлера	формула метода Эйлера Рунге-Кутты
	Требуется дополнительных затрат на накопление информации	Итерационная схема идентификации	Явная схема идентификации	Неявная схема идентификации
Дисциплинарный модуль 2.2.				
ПК-16	Создает файл объекта данных	ident	idhelp	iddata
	Выводит на дисплей переходную характеристику модели объекта	step	impulse	cra
	В формуле $fit = \frac{norm(yh - y)}{\sqrt{N}}$ yh - это	Выход модели	Выход объекта	Вход объекта
	Создает файл объекта данных	ident	idhelp	iddata

Примерный перечень вопросов для подготовки к тестированию по дисциплинарному модулю 2.1 (ПК-16)

1. Основные сведения об идентификации. Постановка задачи идентификации.
2. Структурная и параметрическая идентификация. Оценка адекватности.
3. Классификация методов идентификации. Подходы к синтезу статических и динамических моделей объектов и систем.
4. Линейные динамические непрерывные параметрические модели.
5. Линейные динамические дискретные параметрические модели.
6. Линейные ММО-модели.
7. Нелинейные динамические модели.
8. Методы непараметрической идентификации линейных детерминированных объектов.
9. Общий подход к методам непараметрической идентификации.
10. Идентификация с использованием переходных характеристик.
11. Идентификация с помощью импульсных переходных характеристик.
12. Влияние аддитивного шума.
13. Идентификация объектов с помощью частотных характеристик.
14. Корреляционные методы.

Примерный перечень вопросов для подготовки к тестированию по дисциплинарному модулю № 2.2 (ПК-16)

1. Методы параметрической идентификации. Общий подход к оцениванию параметров.
2. Оценивание параметров объектов по методу наименьших квадратов.
3. Использование метода наименьших квадратов в задачах идентификации.
4. Идентификация статического объекта регрессионным МНК.
5. Идентификация динамического объекта регрессионным МНК.
6. Идентификация динамического объекта явным МНК.
7. Идентификация динамического объекта рекуррентным МНК.
8. Определение импульсной переходной функции объекта с помощью метода наименьших квадратов.
9. Виды моделей пакета System Identification Toolbox.
10. Основные операторы и функции пакета System Identification Toolbox.
11. Идентификация с использованием блоков Simulink.
12. Оценивание состояния объекта. Общий подход к задаче оценивания переменных состояния.

6.3.2. Практические задачи

6.3.2.1. 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.

6.3.2.2. 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 некритичные 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).

6.3.2.3. Содержание оценочного средства

Пример задачи 1 для оценки сформированности компетенции ПК-16

С помощью функции `lsqnonlin` и `lsqcurvefit` решить задачу по данным таблицы, найти сумму квадратов отклонений, построить график функции $f(x,y)$.

x	-2	-1,6	-1,2	-0,8	-0,4	0	0,4	0,8	1,2	1,6
y	16	10,24	5,76	2,56	0,53	0	0,64	2,56	5,76	10,24
x	0,3	1,57	2,84	4,11	5,38	6,65	7,92	9,19	10,46	11,73
y	15,33	4,55	3,41	2,97	2,74	2,6	2,59	2,44	2,38	2,34

С помощью функции `lsqnonlin` и `lsqcurvefit` подобрать следующие виды зависимостей: линейная, квадратичная, кубическая парабола, степенная зависимость, показательная, логистическая (ПК-16).

По средней относительной погрешности выбрать наиболее подходящую зависимость из перечисленных (ПК-16).

Пример задачи 2 для оценки сформированности компетенции ПК-16

Практическое занятие № 1. Решение систем линейных уравнений с помощью функции `mldivide`.

Задания и порядок выполнения:

1. Данные из таблиц 1.1 и 1.2 записать в Excel по вариантам.
2. Загрузить исходные данные из Excel в Matlab по примеру:
`T=xlsread('Нефть', 'F15:F31');` % температура, °C.
3. Найти коэффициенты в системе уравнений с помощью функции `mldivide`.
4. Оценить адекватность полученной модели.

Задания для практических работ представлены в методических указаниях:

Тугашова Л.Г., Корженевский А.Г. Идентификация и математическое моделирование систем управления: методические указания по проведению практических занятий и организации самостоятельной работы по дисциплине «Идентификация и математическое моделирование систем управления» для магистров направления подготовки 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» очной и заочной форм обучения. – Альметьевск: тип. АГНИ, 2016. – 52 с.

6.3.3. Зачет с оценкой

6.3.3.1. Порядок проведения

Зачет с оценкой 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.

6.3.3.2. Критерии оценивания

Для получения зачета с оценкой 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 55 до 100 баллов (шкала перевода рейтинговых баллов представлена в п.6.4).

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 «Идентификация и математическое моделирование систем управления» предусмотрено 2 дисциплинарных модуля в семестре.

Дисциплинарный модуль	ДМ 2.1	ДМ 2.2
Текущий контроль (практические задачи)	21-40	22-40
Текущий контроль (тестирование)	6-10	6-10
Общее количество баллов	27-50	28-50
Итоговый балл:	55-100	

Дисциплинарный модуль 2.1.

№ п/п	Виды работ	Максимальный балл
Текущий контроль		
1	Практическое занятие № 1. Решение систем линейных уравнений с помощью функции <code>mldivide</code> .	2
2	Практическое занятие № 2. Решение задачи аппроксимации с помощью функций <code>lsqnonlin</code> .	4
3	Практическое занятие № 3. Решение задачи аппроксимации с помощью функции <code>lsqcurvefit</code> .	4
4	Практическое занятие № 4. Решение задачи аппроксимации с помощью функции <code>quadprog</code> .	4
5	Практическое занятие № 5. Идентификация параметров САУ методами наименьших квадратов и последовательного интегрирования.	4
6	Практическое занятие № 6. Идентификация параметров САУ методом наименьших квадратов с помощью функции <code>lsqvefit</code> .	2
7	Практическое занятие № 7. Решение нелинейных уравнений – функция <code>fzero</code> .	2
8	Практическое занятие № 8. Решение систем нелинейных уравнений – функция <code>fsolve</code> .	4

9	Практическое занятие № 9. Решение ОДУ методом Рунге-Кутты в Matlab.	4
10	Практическое занятие № 10. Решение ОДУ явным и неявным методом Эйлера.	4
11	Практическое занятие № 11. Решение систем ОДУ явными и неявными методами.	4
12	Практическое занятие № 12. Решение ОДУ с помощью функции ode.	2
Итого:		40
Текущий контроль		
1	Тестирование по модулю 2.1	10
Итого по ДМ2.1:		50

Дисциплинарный модуль 2.2.

№ п/п	Виды работ	Максимальный балл
Текущий контроль		
1	Практическое занятие № 13. Изучение основных функций пакета System Identification Toolbox.	2
2	Практическое занятие № 14. Обработка данных.	4
3	Практическое занятие № 15. Непараметрическое оценивание данных.	4
4	Практическое занятие № 16. Параметрическое оценивание данных.	4
5	Практическое занятие № 17. Проверка адекватности модели.	4
6	Практическое занятие № 18. Определение управляемости и наблюдаемости.	2
7	Практическое занятие № 19. Изучение основных команд программного пакета Control System.	2
8	Практическое занятие № 20. Преобразования LTI-моделей.	4
9	Практическое занятие № 21. Получение временных и частотных характеристик.	4
10	Практическое занятие № 22. Исследование динамики системы.	4
11	Практическое занятие № 23. Временной и частотный анализ.	4
12	Практическое занятие № 24. Использование графического интерфейса LTI-viewer.	2
Итого:		40
Текущий контроль		
1	Тестирование по модулю 2.2	10
Итого по ДМ 2.2:		50

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 100 баллов (по результатам дисциплинарных модулей и полученных дополнительных баллов), то итоговая сумма баллов округляется до 100 баллов.

В соответствии с Учебным планом направления подготовки 15.04.04 – Автоматизация технологических процессов и производств по дисциплине «Идентификация и математическое моделирование систем управления» предусмотрен **зачет с оценкой** во 2 семестре.

Для получения зачета с оценкой общая сумма баллов (за дисциплинарные модули) 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, дополнительной учебной литературы и учебно-методических изданий, необходимых для освоения дисциплины

№ п/п	Библиографическое описание	Количество печатных экземпляров или адрес электронного ресурса	Коэффициент обеспеченности
Основная литература			
1.	Плохотников, К. Э. Методы разработки математических моделей и вычислительный эксперимент на базе пакета MATLAB: курс лекций / К. Э. Плохотников. Москва: СОЛОН-ПРЕСС, 2017. 628 с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/64926.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.	Казиев, В. М. Введение в анализ, синтез и моделирование систем [Электронный ресурс] / В. М. Казиев. Электрон. текстовые данные. М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. 270 с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/52188.html	1
Дополнительная литература			
1.	Цыкунов А.М. Адаптивное и робастное управление динамическими объектами по выходу [Электронный ресурс] / Цыкунов А.М. Электрон. текстовые данные. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. 268 с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/24393 . – ЭБС «IPRbooks»	1
3.	Зариковская, Н. В. Математическое моделирование систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н. В. Зариковская. Электрон. текстовые данные. Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014. 168 с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/72124.html	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., Корженевский А.Г. Идентификация и математическое моделирование систем управления: методические указания по проведению практических занятий и организации самостоятельной работы по дисциплине «Идентификация и математическое моделирование систем управления» для магистров направления подготовки 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» очной и заочной форм обучения. – Альметьевск: тип. АГНИ, 2016. – 52 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 практическим занятиям, обучающимся необходимо:

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

- до очередного практического 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.

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;

- самостоятельное изучение теоретического материала.

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

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».

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.

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

10. Перечень 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	№ 24C4191023143020830784	BP00347095- СТ/582 от 10.10.2019г.
6	Электронно-библиотечная система IPRbooks		Лицензионный договор №494 от 01.10.2019г.
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 Manage	свободно распространяемое ПО	

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

Освоение дисциплины «Идентификация и математическое 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, В-214 компьютерный класс (для проведения занятий практического типа, 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
2.	Ул. Р. Фахретдина, 42. Учебный корпус В, Учебная аудитория В-206 (для проведения занятий практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	1. Компьютер в комплекте с монитором IT Corp 2. Проектор NEC 3. Экран проекционный 4. Принтер Pantum P2207

*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 к потребностям обучающихся 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 15.04.04 – «Автоматизация технологических процессов и производств», направленность (профиль) программы «Автоматизация технологических процессов и производств».

**АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины**

**«Идентификация и математическое моделирование систем
управления»**

Направление подготовки: 15.04.04 – Автоматизация технологических процессов и производств

Направленность (профиль) программы: «Автоматизация технологических процессов и производств»

Оцениваемые компетенции (код, наименование)	Результаты освоения компетенции	Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации
ПК – 16 способностью проводить математическое моделирование процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления с использованием современных технологий научных исследований, разрабатывать алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем автоматизации и управления	знать: – теоретические основы структурной и параметрической идентификации; – классификацию моделей и области их использования; – методы моделирования и анализа систем; уметь: – обоснованно выбирать метод моделирования с использованием современных технологий научных исследований; – строить адекватную модель системы или процесса с использованием современных компьютерных средств; владеть: – методами и приемами имитационного моделирования на основании опыта, полученного при выполнении практических работ; – навыками использования математических моделей объекта в различных областях практической деятельности.	Текущий контроль: Компьютерное тестирование по темам 1-4 Практические задачи по темам 1-4 Промежуточная аттестация: Зачет с оценкой

Место дисциплины в структуре ОПОП ВО	Б1.В.ДВ.01.01. Дисциплина «Идентификация и математическое моделирование систем управления» является дисциплиной по выбору, входит в состав Блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к вариативной части. Дисциплина изучается на 1 курсе во 2 семестре ¹ /на 1 курсе во 2 семестре ² .
Общая трудоемкость дисциплины (в зачетных единицах и часах)	Зачетных единиц по учебному плану: 4 ЗЕ . Часов по учебному плану: 144 ч .
Виды учебной работы	Контактная работа обучающихся с преподавателем: - практические занятия – 48 часов ¹ /28 часов ² ; - КСР – 4 часа ¹ /4 часа ² . Самостоятельная работа – 92 часов ¹ /112 часов ² .
Изучаемые темы (разделы)	Тема 1. Метод наименьших квадратов в задачах идентификации. Тема 2. Численные методы в Matlab. Тема 3. Создание математических моделей линейных динамических объектов в пакете System Identification Toolbox. Тема 4. Моделирование систем управления с применением пакета Control System Toolbox.
Форма промежуточной аттестации	Зачет с оценкой во 2 семестре ¹ / зачет с оценкой во 2 семестре.

¹ Очная форма обучения

² Очно-заочная форма обучения

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор АГНИ

(подпись)

(И.О. Фамилия)

«__» _____ 20__ г.

ЛИСТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ к рабочей программе дисциплины Б1.В.ДВ.01.01

«ИДЕНТИФИКАЦИЯ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ»

Направление подготовки: 15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и производств

Направленность (профиль) программы: Автоматизация технологических процессов и производств

на 20__/20__ учебный год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

Изменения в рабочей программе рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «Автоматизация и информационные технологии»

(наименование кафедры)

протокол № _____ от "____" _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой:

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

(И.О.Фамилия)