

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра №32

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель направления

ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.

(должность, уч. степень, звание)

 С.В. Солёный

(подпись)

«24» марта 2022 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Идентификация и диагностика систем»

(Название дисциплины)

Код направления	15.03.06
Наименование направления/ специальности	Мехатроника и робототехника
Наименование направленности	Робототехника
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург– 2022 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

проф., д.т.н., доц.
должность, уч. степень, звание



(подпись, дата)

С.А. Сериков
инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 32
«21» марта 2022 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой № 32

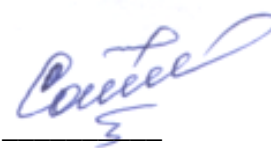
доц., к.т.н., доц.
должность, уч. степень, звание


подпись, дата

С.В. Солёный
инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 15.03.06(01)

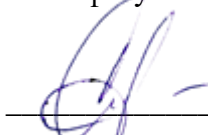
доц., к.т.н., доц.
должность, уч. степень, звание


подпись, дата

О.Я. Солёная
инициалы, фамилия

Заместитель директора института (декана факультета) № 3 по методической работе

Ст. преп.
должность, уч. степень, звание


подпись, дата

Н.В. Решетникова
инициалы, фамилия

Аннотация

Дисциплина «Идентификация и диагностика систем» входит в вариативную часть образовательной программы подготовки обучающихся по направлению 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» направленность «Робототехника». Дисциплина реализуется кафедрой №32.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

общекультурных компетенций:

ОПК-2 «владение физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем»;

профессиональных компетенций:

ПК-5 «способность проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств»;

ПК-6 «способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с идентификацией и диагностикой мехатронных и робототехнических систем

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью дисциплины является ознакомление студентов с теоретическими и практическими положениями применения методов и алгоритмов идентификации процессов в мехатронных и робототехнических системах.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ОПК-2 «владение физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем»:

знать - методы структурной и параметрической идентификации математических моделей мехатронных и робототехнических систем;

уметь - разрабатывать математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники;

владеть навыками - математического моделирования систем управления, объектов управления, управляющих и возмущающих воздействий;

иметь опыт деятельности по проведению вычислительных экспериментов с математическими моделями и обработке результатов исследований.

ПК-5 «способность проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств»:

знать - общую схему проведения научного исследования, технологии формулирования рабочей гипотезы научного исследования, принципы применения логических законов и правил;

уметь - грамотно подходить к решению как практических, так и теоретических научно-исследовательских задач;

владеть навыками - проведения экспериментов на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам;

иметь опыт деятельности по обработке результатов экспериментов с применением современных информационных технологий и технических средств.

ПК-6 «способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем»:

знать - основные методы работы со стандартными пакетами прикладных программ, ориентированных на исследования динамики технических систем;

уметь - работать со стандартными пакетами для исследования динамики мехатронных и робототехнических систем;

владеть навыками - проведения вычислительных экспериментов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем;

иметь опыт деятельности по применению стандартных программных пакетов при проведении вычислительных экспериментов с математическими моделями мехатронных и робототехнических систем, а также обработки полученных результатов.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Математика. Математический анализ
- Дискретная математика
- Теория автоматического управления
- Информационные технологии
- Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств
- Информационные устройства и системы в робототехнике

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике
- Управление роботами и робототехническими системами
- Моделирование и исследование роботов и робототехнических систем
- Проектирование роботов и робототехнических систем

3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1

Таблица 1 - Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№7
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)	3/ 108	3/ 108
<i>Из них часов практической подготовки</i>	8	8
<i>Аудиторные занятия, всего час.,</i> <i>В том числе</i>	34	34
лекции (Л), (час)	17	17
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)		
<i>Самостоятельная работа, всего</i> <i>(час)</i>	74	74

Вид промежуточного контроля: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Дифф. Зач.	Дифф. Зач.
--	---------------	------------

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2. - Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Раздел 1. Идентификация и диагностика систем. Введение	2	0	2	0	
Раздел 2. Понятие о моделях объектов управления	4	0	4	0	
Раздел 3. Постановка задачи идентификации.	2	0	2	0	
Раздел 4. Идентификация математических моделей робототехнических систем.	5	0	5	0	
Раздел 5. Реализация методов параметрической идентификации робототехнических систем.	4	0	4	0	
Итого в семестре:	17	0	17	0	74
Итого:	17	0	17	0	74

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Идентификация и диагностика систем. Введение. Основные понятия теории идентификации. Предмет теории идентификации. Идентификация в узком и в широком смысле
2	Понятие о моделях объектов управления. Объект управления. Различные подходы к получению математического описания объектов. Цели использования моделей. Математические модели систем. Основные типы моделей: физические (натурные) и математические (символьные), одномерные и многомерные, статические и динамические, детерминированные и стохастические, линейные и нелинейные, дискретные и непрерывные, стационарные и нестационарные, сосредоточенные и распределенные, характеристики типа «вход - выход» и описание в пространстве состояний, структурированные и агрегированные, параметрические и непараметрические.
3	Постановка задачи идентификации. Структурная схема модели объекта. Основные задачи идентификации. Типовая схема наблюдения при идентификации объекта. Идентификационный эксперимент. Методы оценивания параметров моделей объектов. Процедура оценивания на основе настраиваемой модели
4	Идентификация математических моделей робототехнических систем. Классификация методов идентификации. Требования, предъявляемые к методам идентификации. Схема решения задачи идентификации. Схема идентификации объекта при стохастических возмущениях. Идентификация объектов методами теории автоматического управления, стохастической аппроксимации, планирования эксперимента.
5	Реализация методов параметрической идентификации робототехнических систем. Типовые сигналы, применяемые при идентификации. Активные и пассивные методы идентификации. Детерминированные и стохастические сигналы. Статические и динамические модели. Статическая характеристика объекта. Линейные динамические непрерывные параметрические модели. Линейные динамические дискретные параметрические модели. Нелинейные динамические модели

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
			Всего:	

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисципли ны
Семестр 7				
1	Идентификация модели линейного динамического объекта I порядка с использованием переходных характеристик. Часть.1. Определение постоянной времени и	2		2
2	Идентификация модели линейного динамического объекта I порядка с использованием переходных характеристик Часть.2. Определение времени	2	1	2, 3
3	Идентификация модели линейного динамического объекта I порядка с использованием переходных характеристик Часть.3. Исследование зависимости качества идентификации от интенсивности шума на	2	1	2, 3
4	Идентификация динамического объекта II порядка с использованием метода наименьших квадратов. Часть 1. Использование регрессионного МНК для идентификации систем	2	1	2, 3, 4
5	Идентификация динамического объекта II порядка с использованием метода наименьших квадратов. Часть 2. Использование явного МНК для	2	1	2, 3, 4
6	Идентификация динамического объекта II порядка с использованием метода наименьших квадратов. Часть 3. Предобработка экспериментальных данных с использованием метода сглаживания в скользящем	2	1	4, 5
7	Параметрическая идентификация динамического объекта с применением рекуррентной вычислительной схемы МНК. Часть 1. Разработка программного модуля для определения вектора	2	1	3, 4, 5
8	Параметрическая идентификация динамического объекта с применением рекуррентной вычислительной схемы МНК. Часть 2. Разработка программного модуля для оценки качества	2	1	3, 4, 5
9	Параметрическая идентификация динамического объекта с применением рекуррентной вычислительной схемы МНК. Часть 3. Исследование зависимость качества идентификации от амплитуды шума измерений и периода дискретизации.	1	1	3, 4, 5
Всего:		17	8	

4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час
1	2	3
Самостоятельная работа, всего	74	74
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	50	50
курсовое проектирование (КП, КР)		
расчетно-графические задания (РГЗ)		
выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю (ТК)	14	14
домашнее задание (ДЗ)	10	10
контрольные работы заочников (КРЗ)		

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 8-10.

6. Перечень основной и дополнительной литературы

6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 - Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
УДК: 62	Ольшанский В.В. Идентификация и диагностика систем: Учеб. пособ. / В.В. Ольшанский, С.В. Мартемьянов. - Ростов-на-Дону: Институт водного транспорта имени Г.Я. Седова, 2016.- 106 с.	
УДК 681.51(07)	Рубанов, В. Г. Идентификация технических объектов и систем управления. В 2 ч. Ч. 1. Непараметрическая идентификация линейных детерминированных технических объектов и систем управления по кривой разгона: учебное пособие / В. Г. Рубанов, Е. М. Паращук, В. А. Порхало. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2018. - 110 с.	

УДК 621.391:519.21	Карабутов, Н.Н. Адаптивная идентификация динамических объектов: учеб. пособие / Н.Н. Карабутов, А.М. Шмырин.- Воронеж: Ритм, 2017.- 95 с.	
УДК 681.51 (075)	Алехин, А. Г. Лабораторный практикум по дисциплине «Идентификация и диагностика объектов и систем управления»: учеб. пособие / А. Г. Алехин, П. В. Шамигулов, А. Г. Бурцев ; ВолгГТУ. - Волгоград, 2018. - 64 с.	
	Попов А. А. Оптимальное планирование эксперимента в задачах структурной и параметрической идентификации моделей многофакторных систем [Электронный ресурс]: монография. - НГТУ, 2013. - 296 с.: доступ http://www.knigafund.ru	
УДК: 681.5	Дилигенская, А.Н. Идентификация объектов управления: Учеб. пособ./ А. Н. Дилигенская - Самара: Самар. гос. техн. ун-т., 2009.- 136 с.	

6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 - Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	Подчукаев В.А. Теория автоматического управления (Аналитические методы) [Электронный ресурс]: учеб. для вузов. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 392 с.: доступ: www.knigafund.ru .	
	Первозванский, А.А. Курс теории автоматического управления [Электронный ресурс]: учебное пособие. - СПб.: Лань, 2015. - 624 с.: доступ http://e.lanbook.com/books/element.php?p11 id=68460	
	Шаронов А. В. Методы функционального анализа в теории систем автоматического управления [Электронный ресурс]: учебное пособие. - М.: Московский государственный горный университет, 2005. - 239 с.: доступ www.knigafund.ru .	
	Рубан А. И. Адаптивные системы управления с идентификацией [Электронный ресурс]: монография. - Сибирский федеральный университет, 2015. - 140 с.: доступ http://www.knigafund.ru	
	Ощепков, А.Ю. Системы автоматического	

	управления: теория, применение, моделирование в MATLAB [Электронный ресурс]: учебное пособие. - СПб.: Лань, 2013. - 208 с.: доступ http://e.lanbook.com/books/element.php?p11 id=68463	
УДК 681:511.4.015	Игнатъев А.А. Основы теории идентификации объектов управления: учеб. пособие / А.А. Игнатъев, С.А. Игнатъев. Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2008. 44 с.	
УДК: 681.5:681.3(075.8)	Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 5-и тт.; 2-е изд., перераб. и доп. Т. 2: Статистическая динамика и идентификация систем автоматического управления / Под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. - М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004	
УДК 621(075.8)	Идентификация и диагностика систем: учеб. для студ. высш. учеб. заведений/ А.А. Алексеев, Ю.А. Кораблев, М.Ю. Шестопапов. - М.: Издательский центр «Академия», 2009.-352 с.	

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 - Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

URL адрес	Наименование
ww.guar.ru	Библиотека ГУАП

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 - Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений MatLab

8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 - Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

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

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 - Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	21-21
2	Компьютерный класс	21-23

10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Дифф. зачет	Список вопросов; Практические задания

10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 - Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
ОПК-2 «владение физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем»	
1	Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра
1	Математика. Математический анализ
1	Информатика
1	Физика
1	Дискретная математика
2	Физика
2	Информационные технологии
2	Математика. Математический анализ
3	Теоретическая механика
3	Физика

3	Математика. Теория вероятностей и математическая статистика
3	Прикладная механика
4	Математика. Теория вероятностей и математическая статистика
4	Прикладная механика
7	Идентификация и диагностика систем
ПК-5 «способность проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств»	
3	Электротехника
4	Электротехника
5	Теория автоматического управления
6	Теория автоматического управления
6	Информационные устройства и системы в робототехнике
6	Производственная практика научно-исследовательская работа
7	Теория автоматического управления
7	Оптимальные системы
7	Идентификация и диагностика систем
8	Моделирование и исследование роботов и робототехнических систем
8	Экспериментальные методы исследования
8	Производственная преддипломная практика
ПК-6 «способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем»	
1	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности
1	Информатика
5	Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем
6	Управление роботами и робототехническими системами
7	Управление роботами и робототехническими системами
7	Автоматизация расчета и проектирования технических систем
7	Идентификация и диагностика систем
8	Моделирование и исследование роботов и робототехнических систем
8	Управление роботами и робототехническими системами

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно-рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100-балльная и 4-балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 - Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции		Характеристика сформированных компетенций
100-балльная шкала	4-балльная шкала	
85 ≤ К ≤ 100	«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; - уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; - опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; - умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; - делает выводы и обобщения; - свободно владеет системой специализированных понятий.
70 ≤ К ≤ 84	«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; - не допускает существенных неточностей; - увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; - аргументирует научные положения; - делает выводы и обобщения; - владеет системой специализированных понятий.
55 ≤ К ≤ 69	«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; - допускает несущественные ошибки и неточности; - испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; - слабо аргументирует научные положения; - затрудняется в формулировании выводов и обобщений; - частично владеет системой специализированных понятий.
К ≤ 54	«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся не усвоил значительной части программного материала; - допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; - испытывает трудности в практическом применении знаний; - не может аргументировать научные положения; - не формулирует выводов и обобщений.

10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 - Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
	Учебным планом не предусмотрено

2. Вопросы для дифференцированного зачета (таблица 17)

Таблица 17 - Вопросы для дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов для дифференцированного зачета
1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Идентификация. Предмет исследования теории идентификации. Идентификация в узком смысле. Различные постановки задачи идентификации в зависимости от объема априорной информации об объекте. Идентификации в широком смысле. 2. Понятие модели системы. Виды моделей. Подходы к построению моделей. 3. Цели использования моделей объектов. Приёмы упрощения моделей. 4. Этапы построения моделей. 5. Постановка задачи идентификации. Основные задачи идентификации. 6. Основные составляющие задачи идентификации. 7. Идентификационный эксперимент. Формулировка задачи идентификации. Задача структурной идентификации. задача параметрической идентификации. 8. Невязка. Функция потерь. Критерий идентификации. 9. Способы оценивания параметров моделей объектов. Подходы, основанные на использовании явных математических выражений. 10. Способы оценивания параметров моделей объектов. Процедуры оценивания с использованием настраиваемой модели. 11. Использование метода наименьших квадратов для оценивания параметров моделей (Л.Р. №2). 12. Перечислить основные типы моделей систем. Дать определение одномерных и многомерных, статических и динамических моделей. 13. Перечислить основные типы моделей систем. Дать определение детерминированных и стохастических, линейных и нелинейных моделей. 14. Перечислить основные типы моделей систем. Дать определение непрерывных и дискретных, стационарных и нестационарных моделей. 15. Перечислить основные типы моделей систем. Дать определение моделей с сосредоточенными и распределёнными параметрами. Характеристики типа «вход-выход» и описание в пространстве состояний. 16. Перечислить основные типы моделей систем. Дать определение структурированных и агрегированных, параметрических и непараметрических моделей. 17. Статические модели систем. Модели, линейные относительно оцениваемых параметров. Модели статических линейных многомерных объектов в скалярной и векторной форме. 18. Линейные динамические непрерывные параметрические модели в форме обыкновенных дифференциальных уравнений n-го порядка. 19. Линейные динамические непрерывные параметрические модели в форме передаточных функций. Передаточная функция при наличии транспортного

	<p>21. Описание в пространстве состояний динамического объекта, представленного в виде дифференциального уравнения высокого порядка с одним входом без входных производных.</p> <p>22. Описание в пространстве состояний динамического объекта, представленного в виде дифференциального уравнения высокого порядка, содержащего производные от входной переменной.</p> <p>23. Описание объектов в пространстве состояний. Определение начальных условий по переменным состояниям на основании начальных условий по входной и выходной координате, а также их производных.</p> <p>24. Импульсная характеристика линейного стационарного динамического объекта. Описание связи между входным и выходным сигналами в виде интеграла свёртки. Связь импульсной характеристики с передаточной функцией и переходной характеристикой.</p> <p>24. Переходная функция линейного стационарного динамического объекта. Связь переходной функцией, импульсной характеристикой и передаточной функцией.</p> <p>24. Частотная характеристика линейного стационарного динамического объекта. Связь частотной характеристики с передаточной функцией и импульсной характеристикой. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики. Годограф частотной характеристики. Логарифмические амплитудно- и фазо-частотные характеристики.</p>
--	--

3. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 - Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта
	Учебным планом не предусмотрено

4. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

Таблица 19 - Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	Учебным планом не предусмотрено

5. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 - Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
1	<p>1. Создать <i>simulink</i>-модель объекта идентификации с параметрами, согласно варианту задания и исследовать её реакцию на ступенчатое управляющее воздействие. Убедиться, что полученный переходный процесс характерен для апериодического звена первого порядка с запаздыванием.</p> <p>Получить файл с результатами эксперимента. Загрузить исходные данные в рабочее пространство <i>MatLab</i>.</p> <p>2. Определить значения производных выходного сигнала, соответствующие полученным значениям производных моменты времени, значения выхода в данные моменты времени, величину ступенчатого входного воздействия.</p> <p>3. Определить постоянную времени и коэффициент усиления математической модели.</p> <p>4. Определить время запаздывания</p> <p>5. Построить графические зависимости.</p> <p>6. Исследовать зависимость качества идентификации от интенсивности шума на выходе модели. Построить зависимости среднеквадратических значений ошибок идентификации параметров модели от интенсивности шума.</p> <p>Для получения различных реализаций случайного шума заданной интенсивности необходимо изменять значение параметра <i>Seed</i> (начальное значение генератора случайных чисел) блока <i>Random Number</i>.</p>
2	<p>1. Для динамического объекта, заданного передаточной функцией с параметрами, согласно варианту задания, используя пакет <i>MatLab</i> получить выходной сигнал при входном воздействии в виде единичной ступенчатой функции (период дискретизации $D t = 0,1 c$).</p> <p>2. Получить реализацию выходного сигнала объекта при наличии шума измерения (амплитуда шума $sv = 0.1$).</p> <p>3. Используя функцию <code>plot()</code> построить в одной системе координат графики переходного процесса без учёта и с учётом шума измерений.</p> <p>Выбрать интервал измерений, равный длительности переходного процесса и в дальнейшем использовать его при выполнении расчётов.</p> <p>4. Разработать и сохранить в текущей директории <i>m</i>-файл функцию,</p>

реализующую регрессионный МНК, описанный в разделе 3 теоретической части, для определения параметров дискретной модели заданного динамического объекта и соответствующих им параметров аналоговой модели:

```
function [K0m, T1kvm, T2m] = F_MNKreg(y,u,N,dt)
% Комментарии
```

тело функции с выражениями,

вычисляющими возвращаемые переменные

5. Используя обращение к разработанной m-файл функции получить оценку параметров объекта идентификации с учётом и без учёта шума измерений:

```
[K0m0, T1kvm0, T2m0] = F_MNKreg(y0,u,N,dt);
```

```
[K0ms, T1kvms, T2ms] = F_MNKreg(ys,u,N,dt);
```

Вывести на экран полученные параметры при помощи функции `disp()`;

Определить амплитуду шума, при которой оценка параметров ухудшается примерно на 15%, и в дальнейшем использовать данное значение амплитуды шума при выполнении вычислительных экспериментов.

Получить реализации выходного сигнала и построить в имеющейся системе координат (см.п.3 задания) графики переходного процесса для полученных оценок параметров объекта без учёта и с учётом шума измерений.

6. Рассчитать и вывести на экран математическое ожидание и среднеквадратическое значение ошибки выходного сигнала объекта с параметрами, полученными в результате идентификации с учётом и без учёта шума измерений.

7. Произвести сглаживание зашумлённой переходной характеристики согласно методике, рассмотренной в п.5 теоретической части.

8. Используя обращение к разработанной ранее m-файл функции получить оценку параметров объекта идентификации после сглаживания шума измерений.

Вывести на экран полученные параметры передаточной функции.

Получить реализацию выходного сигнала и построить в имеющейся системе координат график переходного процесса.

Рассчитать и вывести на экран математическое ожидание и среднеквадратическое значение ошибки выходного сигнала объекта с параметрами, полученными в результате идентификации после сглаживания шума измерений.

9. Разработать и сохранить в текущей директории m-файл функцию, реализующую явный МНК, описанный в разделе 4 теоретической части.

10. Для оценок параметров передаточной функции, полученных на основе применения явного МНК выполнить пп. 5 - 8 задания.

При выполнении данного пункта графические зависимости строить в отдельном окне.

3	<p>1.Для динамического объекта, заданного передаточной функцией с параметрами, согласно варианту задания, используя пакет MatLab получить выходной сигнал при входном воздействии в виде единичной ступенчатой функции (период дискретизации $Dt = 0,2 c$).</p> <p>2.Получить реализацию выходного сигнала объекта при наличии шума измерения (амплитуда шума $sv = 0.01$).</p> <p>3.Используя функцию <code>plot()</code> построить в одной системе координат графики переходного процесса исследуемой системы без учёта и с учётом шума измерений.</p> <p>4.Разработать и отладить программный модуль, реализующий рекуррентный алгоритм вычисления вектора параметров дискретной модели.</p> <p>5.Используя разработанный программный модуль получить оценку параметров дискретной модели. При помощи функции <code>disp()</code> вывести полученные значения в командное окно MatLab.</p> <p>6.Используя известные соотношения, связывающие параметры дискретной модели с параметрами непрерывной модели получить значения параметров дискретной модели, соответствующие истинным значениям параметров непрерывной модели согласно варианту задания. Вывести полученные значения в командное окно MatLab.</p> <p>7.Рассчитать реакции дискретной модели на ступенчатое входное воздействие, при значениях параметров, полученных в пунктах 5 и 6. Добавить соответствующие графики к уже построенным в пункте 3.</p> <p>8.Используя известные соотношения, связывающие параметры дискретной модели с параметрами непрерывной модели получить значения параметров непрерывной модели, соответствующие полученной в пункте 5 оценке параметров дискретной модели.</p> <p>Вывести полученные значения в командное окно MatLab.</p> <p>Получить реализацию выходного сигнала идентифицированной непрерывной модели объекта при ступенчатом входном воздействии.</p> <p>Добавить полученную реализацию к уже построенным графикам.</p> <p>9.Рассчитать СКО ошибки непрерывной модели. Полученное значение вывести в командное окно MatLab.</p> <p>10. В отдельной системе координат построить график изменения оценок параметров дискретной модели в процессе идентификации.</p> <p>11. Исследовать зависимость длительности процесса идентификации и ошибки полученной модели от амплитуды шума измерений.</p> <p>12. Исследовать зависимость длительности процесса идентификации и ошибки полученной модели от периода дискретизации.</p>
---	--

10.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в

Положениях «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульнорейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Целью дисциплины является ознакомление студентов с основными теоретическими положениями и принципами практического применения методов и алгоритмов идентификации мехатронных и робототехнических систем.

Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала - логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимся лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по прохождению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач у обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и

приборами.

Лабораторные работы, предусмотренные в данном курсе, выполняются в компьютерном классе на персональном компьютере с использованием пакета прикладных программ MatLab.

В процессе подготовки к лабораторной работе необходимо изучить соответствующие методические указания и повторить лекционный материал, который относится к теме работы.

Перед началом выполнения работы необходимо создать отдельную папку для создаваемых в работе файлов и установить её в системе MatLab в качестве текущей директории. Путь к данной папке не должен содержать имён, написанных кириллицей.

В процессе выполнения работы листинги разрабатываемых программ, полученные результаты расчётов, схемы Simulink - моделей и графические зависимости должны сохраняться на диске для их дальнейшего использования при оформлении отчёта.

По окончании работы необходимо составить отчёт и подготовиться к его защите на следующем занятии.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчёт о лабораторной работе должен содержать:

- фамилию, имя и отчество студента, выполнившего работу;
- номер учебной группы;
- дату выполнения работы;
- название работы;
- цель работы;
- краткую формулировку задания на лабораторную работу;
- основные теоретические сведения и формулы, использовавшиеся в процессе выполнения работы;
- листинги m-программ, разработанные и отлаженные в процессе выполнения работы;
- схемы Simulink - моделей, разработанные в процессе выполнения работы;
- результаты вычислений, текстовые сообщения, графическим зависимостям, полученные в процессе выполнения работы;
- описание ранее незнакомых функций и операторов MatLab, использованных в работе;
- при использовании дополнительной литературы указать ссылки и привести список литературы;
- Выводы по работе.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Пример оформления титульного листа отчёта по лабораторной работе приведен на сайте университета ww.guap.ru.

При оформлении отчёта о лабораторной работе необходимо придерживаться требований ГОСТ 7.32-2017 «Отчёт о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

По каждой лабораторной работе должен быть подготовлен отчёт в бумажном и в электронном виде. После защиты лабораторных работ отчёты в бумажном виде с проставленными оценками хранятся на кафедре, а отчёты в электронной форме должны быть выложены в личном кабинете учащегося на сайте университета.

Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся, являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Контроль качества знаний проводится в форме индивидуального собеседования по материалу отдельных разделов дисциплины, а также проверки отчётов о выполнении практических заданий.

Результаты текущего контроля могут учитываться при проведении промежуточной аттестации.

Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она проводится в форме зачёта.

- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой