

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. ШУХОВА»
(БГТУ им. В. Г. Шухова)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

Идентификация технических объектов управления

Направление подготовки (специальность):

15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Направленность программы (профиль, специализация):

Автоматизация технологических процессов и производств (промышленность)

Квалификация:

бакалавр

Форма обучения

очная

Институт Энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра Технической кибернетики

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 730 от 9 августа 2021 г.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В. Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители):

канд. техн. наук, доц.

(ученая степень и звание)



(подпись)

Ю. А. Гольцов

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 1 » 09 20 21 г., протокол № 1

И.о. заведующего кафедрой:

канд. техн. наук, доц.

(ученая степень и звание)



(подпись)

Д. А. Бушуев

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей(ими) кафедрой(ами)

Технической кибернетики

(наименование кафедры/кафедр)

И.о. заведующего кафедрой:

канд. техн. наук, доц.

(ученая степень и звание)



(подпись)

Д. А. Бушуев

(инициалы, фамилия)

« 1 » 09 20 21 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 8 » 09 20 21 г., протокол № 1

Председатель:

канд. техн. наук, доц.

(ученая степень и звание)



(подпись)

А. Н. Семернин

(инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	ПК-2. Способен организовывать и осуществлять расчет и реализацию отдельных узлов и систем автоматизации технологических процессов на базе стандартных комплектующих элементов автоматики и микропроцессорной техники	ПК-2.2. Применяет различные методы расчета и идентификации систем автоматизации технологических процессов	<p>Знать: принципы получения данных для построения математических моделей; примеры построения математических моделей узлов системы; структурную и параметрическую идентификацию; методы построения статических и динамических моделей объектов управления; принципы проверки адекватности построения модели и ее соответствия поведения объекту реального мира.</p> <p>Уметь: применять принципы и методы построения моделей, методы анализа, синтеза и оптимизации; выбрать для типовых объектов настраиваемую модель, критерий и алгоритм идентификации. строить математические модели узлов объекта с использованием классических и интеллектуальных подходов; выбирать инструментальные средства и технологии идентификации систем; практически в системе MATLAB смоделировать процесс решения задачи идентификации или оценки состояния для типовых процессов.</p> <p>Владеть: методами моделирования, анализа, синтеза и оптимизации систем и средств автоматизации, контроля и управления; навыками построения информационно-управляющих систем; навыками синтеза систем управления. навыками получения математических моделей объектов и систем по экспериментальным данным; навыками создания, анализа и обработки результатов вычислительного эксперимента с применением современных программных средств; навыками подготовки научных публикаций и докладов.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-2. Способен организовывать и осуществлять расчет и реализацию отдельных узлов и систем автоматизации технологических процессов на базе стандартных комплектующих элементов автоматики и микропроцессорной техники.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Физика
2	Высшая математика
3	Информационные технологии
4	Программирование и основы алгоритмизации
5	Теория автоматического управления

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единицы, 108 часов. Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки.

Форма промежуточной аттестации _____ зачет.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в том числе:	54	54
лекции	34	34
лабораторные		
практические	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	3	3
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	54	54
курсовой проект		
курсовая работа		
расчетно-графическое задание		
индивидуальное домашнее задание		
самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	18	18
экзамен	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс 3. Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	2	3	4	5	6
1. Общие вопросы идентификации систем					
	Способы задания математической модели (модели «серого» и «черного» ящика). Классификация моделей по времени, виду зависимости, уровню формализации. Понятие о задаче идентификации. Место идентификации в общей проблеме математического моделирования. Процедура идентификации: данные, выбор класса моделей кандидатов, выбор критерия качества оценки.	6			6
2. Идентификация линейных устойчивых стационарных объектов					
	Методы идентификации с помощью ступенчатых, импульсных и синусоидальных сигналов. Идентификация объекта по импульсной переходной функции. Геометрическая идентификация звеньев 1-ого и 2-ого порядков. Идентификация объекта по кривой разгона. Метод Симою. Идентификация объекта логарифмическим методом. Идентификация безынерционных (статических) объектов на основе метода наименьших квадратов.	8	4		12
3. Статистическая идентификация линейных стационарных объектов					
	Методы моделирования и обработки случайных величин и случайных процессов. Статистическая идентификация линейных стационарных объектов. Применения уравнения Винера-Хопфа. Спектральные методы идентификации. Статистические методы оценки параметров нелинейных систем. Идентификация системы с помощью модели с настраиваемыми параметрами.	8	4		12
4. Основы технической диагностики					
	Общие понятия технической диагностики. Цели и задачи технической диагностики. Классификация систем диагностирования. Математическая постановка задачи диагностирования.	6	4		12
5. Статистические методы диагностирования					
	Статистические методы диагностирования. Метод Байеса. Диагностическая матрица. Метод последовательного анализа. Метод минимального риска.	6	5		12
	ВСЕГО	34	17		54

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	Колич. часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 5				
1	Идентификация линейных устойчивых стационарных объектов	1. Геометрическая идентификация звеньев 1-ого и 2-ого порядков. 2. Идентификация линейного динамического объекта методом наименьших квадратов.	4	4
2	Идентификация линейных устойчивых стационарных объектов	3. Идентификация линейного динамического объекта по кривой разгона логарифмическим методом.	4	4
3	Статистические методы диагностирования	4. Применение метода Байеса для диагностирования объектов.	4	4
4	Статистическая идентификация линейных стационарных объектов	5. Статистическая идентификация линейных стационарных объектов. Применения уравнения Винера-Хопфа.	5	5
		ИТОГО:	17	17

4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом.

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрено учебным планом.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ПК-2. Способен организовывать и осуществлять расчет и реализацию отдельных узлов и систем автоматизации технологических процессов на базе стандартных комплектующих элементов автоматики и микропроцессорной техники.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.2. Применяет различные методы расчета и идентификации систем автоматизации технологических процессов	защита практических работ, зачет.

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Общие вопросы идентификации систем	<ol style="list-style-type: none">1. Способы задания математической модели (модели «серого» и «черного» ящика).2. Классификация моделей по времени, виду зависимости, уровню формализации. Понятие о задаче идентификации.3. Место идентификации в общей проблеме математического моделирования. Процедура идентификации: данные, выбор класса моделей кандидатов, выбор критерия качества оценки.4. Общая постановка задачи идентификации математических моделей. Идентификация в широком и узком смысле.5. Примеры структурных схем, включающие процесс идентификации объекта.
2	Идентификация линейных устойчивых стационарных объектов	<ol style="list-style-type: none">6. Общая постановка задачи идентификации математических моделей. Критерий идентификации.7. Требования, предъявляемые к методам идентификации. Оценка качества идентификации.8. Классификация объектов, задач и методов идентификации.9. Основные методы и алгоритмы идентификации.10. Подходы к решению задач идентификации.11. Приведите классификацию математических моделей.12. Идентификация безынерционных (статических) объектов на основе метода наименьших квадратов.13. Методы идентификации с помощью ступенчатых, импульсных и синусоидальных сигналов.14. Идентификация объекта по импульсной переходной функции. Геометрическая идентификация звеньев 1-ого и 2-ого порядков.

		15. Идентификация объекта по кривой разгона. Геометрическая идентификация звеньев 1-ого и 2-ого порядков. Метод Симою. 16. Идентификация объекта по кривой разгона логарифмическим методом.
3	Статистическая идентификация линейных стационарных объектов	17. Статистическая идентификация линейных стационарных объектов. Применения уравнения Винера-Хопфа. 18. Спектральные методы идентификации. 19. Статистические методы оценки параметров нелинейных систем. 20. Моделирование случайных величин и случайных процессов. 21. Идентификация системы с помощью модели объекта с настраиваемыми параметрами.
4.	Основы технической диагностики	22. Общие понятия технической диагностики. Цели и задачи технической диагностики. Ей структура. 23. Общие понятия технической диагностики. Классификация систем диагностирования. 24. Математическая постановка задачи диагностирования.
5.	Статистические методы диагностирования	25. Статистические методы диагностирования. Метод Байеса. Диагностическая матрица. 26. Статистические методы диагностирования. 27. Метод последовательного анализа. 28. Статистические методы диагностирования. Метод минимального риска.

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта / курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

В практикуме по дисциплине представлен перечень работ, обозначены цель и задачи, необходимые теоретические и методические указания к работе, перечень контрольных вопросов.

Защита практических работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме работы. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты практических работ представлен в таблице.

№	Тема практической работы	Контрольные вопросы
---	--------------------------	---------------------

№	Тема практической работы	Контрольные вопросы
1.	Практическая работа №1. Геометрические методы идентификации по кривой разгона и импульсной функции.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое кривая разгона объекта, переходная функция, импульсная функция? 2. Каким образом переходная функция характеризует динамические свойства объекта? 3. Что показывает постоянная времени T апериодического звена? 4. Покажите, как по переходной функции получить параметры апериодического звена? 5. Покажите, как по импульсной функции получить параметры апериодического звена? 6. Покажите, как по S-образной переходной функции получить параметры апериодического звена высокого порядка? 7. Поясните как по импульсной функции с явной колебательностью идентифицировать объект в форме колебательного звена? 8. Что можно сказать об объекте, имеющем S-образную кривую разгона?
2.	Практическая работа №2. Идентификация методом квадратур.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Приведите уравнение свертки входного и выходного сигнала по импульсной функции. 2. Каким образом преобразовать уравнение свертки к матричному уравнению? 3. Каким образом импульсная функция характеризует динамические свойства объекта? 4. Какие типовые входные воздействия на объект для получения временных динамических характеристик вы знаете? 5. Какие временные динамические характеристики вы знаете?
3.	Практическая работа №3. Идентификация динамического объекта методом решения уравнения Винера-Хопфа.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Запишите уравнение Винера-Хопфа. 2. Что такое автокорреляционная функция, что она показывает? 3. Что такое взаимокорреляционная функция, что она показывает? 4. Какие методы решения уравнения Винера-Хопфа вы знаете. 5. Как привести уравнение Винера-Хопфа к матричной форме? 6. Какими свойствами должны обладать входной и выходной сигнал для применения метода алгебраического решения уравнения Винера-Хопфа?
4.	Практическая работа №4. Идентификация математической модели объекта методом Симою.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое площади в методе Симою? 2. Поясните алгоритм идентификации объекта с самовыравниванием. 3. Поясните алгоритм идентификации объекта без самовыравнивания. 4. Как определить параметры модели по площадям? Как составить систему уравнений для определения параметров модели?

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, классификаций, основных принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
	Принципы получения данных для построения математических моделей
Умения	Умение пользоваться библиотечными каталогами, электронной библиотекой, Интернет-ресурсом
	Умение применять принципы и методы построения моделей, методы анализа, синтеза и оптимизации
	Умение применять инструментальные средства и технологии идентификации систем
Навыки	Владеть приемами самостоятельной работы с научно-технической литературой и поиска информации по тематике дисциплины в интернет-ресурсах
	Владеть навыками систематизации научно-технической информации
	Владеть методами моделирования, анализа, синтеза и оптимизации систем и средств автоматизации

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знание

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Знание терминов, классификаций, основных принципов	Не знает терминов классификаций, основных принципов	Знает термины классификации, основные принципы, может корректно сформулировать их самостоятельно
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Обладает полным знанием материала дисциплины
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы
Принципы	Не знает большинства прин-	В полном объеме знает принципы

получения данных для построения математических моделей	ципов получения данных для построения математических моделей	получения данных для построения математических моделей
--	--	--

Оценка сформированности компетенций по показателю Умение

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Умение пользоваться библиотечными каталогами, электронной библиотекой, Интернет-ресурсом	Не умеет пользоваться библиотечными каталогами, электронной библиотекой, Интернет-ресурсом	Умеет пользоваться библиотечными каталогами, электронной библиотекой, Интернет-ресурсом
Умение применять принципы и методы построения моделей, методы анализа, синтеза и оптимизации	Не применять принципы и методы построения моделей, методы анализа, синтеза и оптимизации	Умеет применять принципы и методы построения моделей, методы анализа, синтеза и оптимизации
Умение применять инструментальные средства и технологии идентификации систем	Не умеет применять инструментальные средства и технологии идентификации систем	Умеет применять инструментальные средства и технологии идентификации систем

Оценка сформированности компетенций по показателю Владение

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Владеть приемами самостоятельной работы со справочной и научно-технической литературой и поиска информации по тематике дисциплины в интернет-ресурсах	Не использует научно-техническую литературу и не может правильно использовать средства поиска информации	Использует при подготовке справочную и научно-техническую литературу и может находить необходимую информацию в рамках дисциплины
Владеть навыками систематизации научно-технической информации	Не может систематизировать информацию в рамках дисциплины	Систематизирует научно-техническую информацию в соответствии с разделами дисциплины
Владеть методами моделирования, анализа, синтеза и оптимизации систем и средств автоматизации	Не использует методы моделирования, анализа, синтеза и оптимизации систем и средств автоматизации	В полном объеме использует методы моделирования, анализа, синтеза и оптимизации систем и средств автоматизации

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Лаборатория идентификации технических объектов управления УК 4, № 231	Мультимедийный проектор, экран, ноутбук; специализированные персональные компьютеры с предустановленной средой математического моделирования и инженерного анализа.
2	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий УК 4, № 323	Мультимедийный проектор, экран, ноутбук; специализированная мебель
3	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронно-информационную образовательную среду; специализированная мебель
4	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	Matlab Simulink	Лицензия №1145851 бессрочная
5	MSC Easy5, Patran, Nastran, Adams	Соглашение RE008959BST-1 от 26.11.2018
6	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
7	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
8	Master SCADA 4D	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

6.3.1. Перечень основной литературы

- 1) Алексеев, А.А. Идентификация и диагностика систем / А.А. Алексеев, Ю.А. Кораблев, М.Ю. Шестопалов. – М.: Издательский центр Academia, 2009. – 352 с.
- 2) Балакирев, В.С. Экспериментальное определение динамических характеристик промышленных объектов управления: учеб. пособие / В.С. Балакирев, Е.Г. Дудников, А.М. Цирлин – М.: Энергия, 1967. – 232 с.
- 3) Гроп, Д. Методы идентификации систем. – М.: Мир, 1979. – 302 с.
- 4) Дейч, А.М. Методы идентификации динамических объектов. – М.: Энергия, 1979. – 240с.
- 5) Дилигенская, А.Н. Идентификация объектов управления: учеб. пособие. – Самара: Изд-во Самарский ГТУ, 2009. – 136 с.
- 6) Иванов, В.И. Имитационное моделирование и автоматизация эксперимента: Метод. указ. к выполнению лабораторных работ для студ. спец. 210200 / Сост. И.В. Иванов, А.Г. Филатов, Е.Н. Коробкова. – Белгород: БелГТАСМ, 2000. – 48 с.
- 7) Льюнг, Л. Идентификация систем. Теория для пользователя. – М.: Наука, 1991. – 432 с.
- 8) Основы идентификации и проектирования тепловых процессов и систем: учеб. пособие / О. М. Алифанов, Л. Н. Вабищевич, В. В. Михайлов. – М.: Логос, 2001. – 395 с.
- 9) Попов, А.А. Оптимальное планирование эксперимента в задачах структурной и параметрической идентификации моделей многофакторных систем монография. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 296 с.
- 10) Райбман, Н. С. Что такое идентификация? – М.: Наука, 1970. – 118 с.
- 11) Растринин, Л.А. Введение в идентификацию объектов управления / Л.А. Растринин, Н.Е. Маджаров. – М.: Энергия, 1977. – 216 с.
- 12) Рубанов, В.Г. Интеллектуальные системы автоматического управления. Нечеткое управление в технических системах: Учебное пособие / В.Г. Рубанов., А.Г. Филатов – Белгород.: изд. БГТУ, 2005. – 171 с.
- 13) Рубанов, В.Г. Моделирование систем: учеб. пособие / В.Г. Рубанов., А.Г. Филатов – Белгород: Изд-во БГТУ, 2006. – 379 с.
- 14) Сейдж, Э.П., Мелса, Дж.Л. Идентификация систем управления. – М.: Наука, 1974. – 248 с.

- 15) Семенов, А.Д. Идентификация объектов управления: учебн. пособие / А.Д. Семенов, Д.В. Артамонов, А. В. Брюхачев. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2003. – 211 с.
- 16) Симою, М.П. Определение коэффициентов передаточных функций линеаризованных звеньев и систем регулирования // Автоматика и телемеханика. – 1957. – № 6. – С. 514–528.
- 17) Современные методы идентификации систем / Под ред. П. Эйкхоффа. – М.: Мир, 1983. – 400 с.

6.3.2. Перечень дополнительной литературы

- 1) Башенков, С.А. Моделирование и формализация: Методическое пособие/ С.А. Башенков, Е.А. Ракитина. - М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002.- 333 с.
- 2) Бенькович, Е.С. Практическое моделирование динамических систем / Е.С. Бенькович, Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков. - СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 444 с.
- 3) Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH/ А.В. Леоненков. - СПб.: БХВ-Петербург, 2003.- 719 с.
- 4) Методы классической и современной теории автоматического управления: в 5 т.: учебник/ под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. Т.1: Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления, учебник. - МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. - 656 с.
- 5) Методы классической и современной теории автоматического управления: в 5 т.: учебник/ под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. Т.2: Статистическая динамика и идентификация систем автоматического управления. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004 г., 640 с.
- 6) Поршневу, С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MathCAD: Учебное пособие/ С.В. Поршневу. - М.: Горячая линия - Телеком, 2004.- 319 с.
- 7) Рапопорт Э.Я. Структурное моделирование объектов и систем управления с распределенными параметрами: учебное пособие/ Э.Я. Рапопорт. - М.: Высшая школа, 2003.- 299 с.
- 8) Самарский, А.А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры/ Самарский А.А., Михайлов А.П.- 2-е изд., испр. М.: Физматлит, 2001.- 316 с.
- 9) Семененко, М.Г. Введение в математическое моделирование/ М.Г. Семененко. - М.: СОЛОН-Р, 2002.- 112 с.
- 10) Советов, Б.Я. Моделирование систем: Учебник / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2001. – 343 с.
- 11) Тарасевич, Ю.Ю. Математическое и компьютерное моделирование: Вводный курс: Учебное пособие / Ю.Ю. Тарасевич. – 3-е изд., испр. – М.: Еди-

ториал УРСС, 2003. – 143 с.

12) Тарасик, В.П. Математическое моделирование технических систем: Учебник/ В.П. Тарасик. - 2-е изд., испр. и доп. - Минск: Дизайн ПРО, 2004.- 639 с.

13) Томашевский, В.Н. Имитационное моделирование в среде GPSS/ В.Н. Томашевский, Е.Г. Жданова. - М.: Бестселлер, 2003.- 412 с.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. <http://www.elibrary.ru> – Научная электронная библиотека.
2. <http://www.gpntb.ru/> – Государственная публичная научно-техническая библиотека России.
3. <http://elibrary.bmstu.ru> – Библиотека МГТУ им. Н.Баумана.
4. <http://www.viniti.ru> – Всероссийский институт научной информации по техническим наукам(ВИНИТИ).
5. [http://www.unilib.neva.ru/rus/-](http://www.unilib.neva.ru/rus/) Фундаментальная библиотека Санкт-Петербургского государственного политехнического университета.
6. <http://elibrary.eltech.ru> – Библиотека Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета.
7. <http://www.ntb.bstu.ru> – Электронно-библиотечная система БГТУ им В.Г.Шухова.

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20____ / 20____ учебный год
Выберите элемент..

Протокол № _____ заседания кафедры от «____» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____ В. Г. Рубанов
подпись ФИО

Директор института _____ А. В. Белоусов
подпись ФИО