

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФИО: Макуев Валентин Анатольевич

Мытищинский филиал

Должность: Заместитель директора по учебной работе

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего

Дата подписания: 30.06.2024 14:08:49

Уникальный программный ключ:

образования «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

a0887579b7e63594c87851bc1bb030c7c4482fa1

(национальный исследовательский университет)»

(МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)



Заместитель директора

по учебной работе

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана

Макуев В.А.

«25» июня 2021 г.

Факультет ЛТ «Факультет лесного хозяйства, лесопромышленных

технологий и садово-паркового строительства»

Кафедра ЛТ10 «Автоматизация технологических

процессов, оборудование и безопасность производств»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Теория автоматического управления**

Автор программы:

Брюквин А.В., доцент (к.н.), кандидат технических наук, доцент, bryukvin@bmstu.ru

Утверждена на заседании кафедры «Автоматизация технологических процессов, оборудование и безопасность производств»

Протокол № 10 заседания кафедры «ЛТ10» от 21.06.2021 г.

Начальник Отдела образовательных программ

Шевлякова А.А



---

Рабочая программа одобрена на 2022/2023 учебный год.

Протокол № 8 заседания кафедры «ЛТ10» от 07.04.2022 г.

Лист переутверждения рабочей программы дисциплины / практики.

Рабочая программа одобрена на 2023/2024 учебный год.

Протокол № 8 заседания кафедры «ЛТ10» от 06.04.2023 г.

Лист переутверждения рабочей программы дисциплины / практики.

Рабочая программа одобрена на 2024/2025 учебный год.

Протокол № 8 заседания кафедры «ЛТ10» от 04.04.2024 г.

Лист переутверждения рабочей программы дисциплины / практики.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	с.
1.Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2.Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	6
3.Объем дисциплины.....	7
4.Содержание дисциплины, структурированное по модулям учебной дисциплины с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий .....	8
5.Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.....	19
6.Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации студентов по дисциплине.....	20
7.Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины .....	21
8.Перечень ресурсов сети интернет, рекомендуемых для самостоятельной работы при освоении дисциплины .....	22
9.Методические указания для студентов по освоению дисциплины .....	23
10.Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных .....	25
11.Описание материально-технической базы, необходимой для изучения дисциплины ....	26

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Настоящая рабочая программа дисциплины устанавливает требования к знаниям и умениям студента, а также определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа разработана в соответствии с:

- Самостоятельно устанавливаемым образовательным стандартом (СУОС 3++) по направлению подготовки (уровень бакалавриата): 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»;
- Основной профессиональной образовательной программой по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»;
- Учебным планом МГТУ им. Н.Э. Баумана по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств».

При освоении дисциплины планируется формирование компетенций, предусмотренных ОПОП на основе СУОС 3++ по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» (уровень бакалавриата)

Код компетенции по СУОС 3++	Формулировка компетенции
	<b>Общепрофессиональные компетенции собственные</b>
ОПКС-1 (15.03.04)	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности
	<b>Профессиональные компетенции собственные (обязательные)</b>
ПКСо-1 (15.03.04)	Способен разрабатывать проектные решения модулей (подсистем, блоков, разделов) систем автоматизации производственных процессов

Для категорий «знать, уметь, владеть» планируется достижение результатов обучения (РО), вносящих на соответствующих уровнях вклад в формирование компетенций, предусмотренных основной профессиональной образовательной программой (табл. 1).

Таблица 1. Индикаторы достижения компетенции

1	2	3
Компетенция: код по СУОС 3++, формулировка	Индикаторы	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
<p>ОПКС-1 (15.03.04) Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</p>	<p><b>ЗНАТЬ</b> - методы имитационного моделирования в профессиональной деятельности - методы математического анализа в профессиональной деятельности <b>УМЕТЬ</b> - применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа в профессиональной деятельности - применять естественнонаучные и инженерные знания, методы имитационного моделирования в профессиональной деятельности <b>ВЛАДЕТЬ</b> - навыками математического анализа в профессиональной деятельности - навыками имитационного моделирования в профессиональной деятельности</p>	<p><b>Лекции</b> <b>Семинары</b> <b>Самостоятельная работа</b> (в том числе выполнение курсовой работы) <b>Активные и интерактивные формы (методы) обучения:</b> обсуждение практических примеров на лекциях и семинарах</p>
<p>ПКСо-1 (15.03.04) Способен разрабатывать проектные решения модулей (подсистем, блоков, разделов) систем автоматизации производственных процессов</p>	<p><b>ЗНАТЬ</b> - методы проектирования систем автоматизации производственных процессов <b>УМЕТЬ</b> - разрабатывать проектные решения модулей (подсистем, блоков, разделов) систем автоматизации производственных процессов <b>ВЛАДЕТЬ</b> - информационным обеспечением для разработки проектных решений</p>	<p><b>Лекции</b> <b>Семинары</b> <b>Самостоятельная работа</b> (в том числе выполнение курсовой работы) <b>Активные и интерактивные формы (методы) обучения:</b> обсуждение практических примеров на лекциях и семинарах</p>

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина входит в блок Б1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы бакалавриата по направлению 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств».

Изучение дисциплины предполагает предварительное освоение следующих дисциплин учебного плана:

- Математика;
- Физика.

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для следующих дисциплин образовательной программы:

- Преддипломная практика.
- Подготовки и защиты ВКР.

Освоение учебной дисциплины связано с формированием компетенций с учетом матрицы компетенций ОПОП для направления (уровень бакалавриата): 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общий объем дисциплины составляет 9 зачетных единиц(з.е.), 324 академических часа (243 астрономических часа). В том числе: 1 семестр – 4 з.е. (144 ак.ч.), 2 семестр – 5 з.е. (180 ак.ч.).

**Таблица 2.** Объем дисциплины по видам учебных занятий (в академических часах)

Виды учебной работы	Объем по семестрам, акад. ч.		
	Всего	Количество семестров освоения дисциплины	
		1	2
Объем дисциплины	324	144	180
<b>Аудиторная работа*</b>	<b>126</b>	<b>54</b>	<b>72</b>
Лекции (Л)	54	18	36
Семинары (С)	72	36	36
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>198</b>	<b>90</b>	<b>108</b>
Проработка учебного материала лекций	6.75	2.25	4.5
Подготовка к семинарам	9	4.5	4.5
Подготовка к экзамену	60	30	30
Подготовка к рубежному контролю	18	9	9
Выполнение курсовой работы	36	0	36
Другие виды самостоятельной работы	68.25	44.25	24
<b>Вид промежуточной аттестации</b>		<b>Экзамен</b>	<b>Экзамен ДЗчт</b>

\*в том числе, в форме практической подготовки

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО МОДУЛЯМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ**

**Таблица 3. Содержание дисциплины**

№ п/п	Тема (название) модуля	Виды занятий*, часы				Активные и интерактивные формы проведения занятий		Компетенции, закрепленные за темой (код по СУОС 3++)	Текущий контроль результатов обучения		
		Л	С	ЛР	СР	Форма проведения занятий	Часы		Срок (неделя)	Формы	Баллы (мин/макс)
<b>1 семестр</b>											
1	Введение. Основные понятия и определения. Классификация САУ. Математические модели систем автоматического управления, линеаризация, структурные схемы.	6	12	0	20	обсуждение практических примеров на семинарах	4	ОПКС-1, ПКСо-1	6	Рубежный контроль	12/20
										<b>ИТОГО:</b>	<b>12/20</b>
2	Синтез линейных непрерывных систем при детерминированных и случайных воздействиях.	6	12	0	20	обсуждение практических примеров на семинарах	4	ОПКС-1, ПКСо-1	12	Рубежный контроль	12/20
										<b>ИТОГО:</b>	<b>12/20</b>
3	Теория оптимальных и самонастраивающихся систем управления.	6	12	0	20	обсуждение практических примеров на семинарах	4	ОПКС-1, ПКСо-1	18	Рубежный контроль	18/30
										<b>ИТОГО:</b>	<b>18/30</b>
4	Экзамен	-	-	-	30	-	-	-	-	-	<b>18/30</b>
	<b>ИТОГО за семестр</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>90</b>	<b>-</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>60/100</b>
<b>2 семестр</b>											
5	Оптимизация систем методами классического вариационного исчисления.	12	12	0	14	обсуждение практических примеров на семинарах	4	ОПКС-1, ПКСо-1	6	Рубежный контроль	12/20
										<b>ИТОГО:</b>	<b>12/20</b>
6	Оптимальные по быстродействию системы управления.	12	12	0	14	обсуждение практических примеров на семинарах	4	ОПКС-1, ПКСо-1	12	Рубежный контроль	12/20
										<b>ИТОГО:</b>	<b>12/20</b>



7	Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов; многокритериальная оптимизация СУ.	12	12	0	14	обсуждение практических примеров на семинарах	4	ОПКС-1, ПКСо-1	18	Рубежный контроль	18/30
										<b>ИТОГО:</b>	<b>18/30</b>
8	Курсовая работа	-	-	-	36	-	-	-	-	-	<b>60/100</b>
9	Экзамен	-	-	-	30	-	-	-	-	-	<b>18/30</b>
	<b>ИТОГО за семестр</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>108</b>	-	<b>12</b>	-	-	-	<b>60/100</b>

\*в том числе, в форме практической подготовки

**Содержание дисциплины, структурированное по темам (модулям)**

№, п/п	Наименование модуля, содержание	Часы
<b>1</b>	<b>Введение. Основные понятия и определения. Классификация САУ. Математические модели систем автоматического управления, линеаризация, структурные схемы.</b>	
	<b>Лекции</b>	<b>6</b>
1.1	Основные понятия и термины: управляемый объект, регулятор, управляемая величина, воздействия. Управление и регулирование. Принципы построения автоматических систем. Пример системы автоматического регулирования. Краткий исторический очерк становления и развития теории автоматического управления. Роль отечественных ученых в развитии теории и практики автоматических систем. Место вычислительной техники в современных системах автоматического управления. Математические модели систем автоматического управления, линеаризация. Принципиальная, функциональная и структурная схемы системы. Классификация систем автоматического управления.	2
1.2	Дифференциальные уравнения элементов и систем; нелинейные уравнения, нормальная форма Коши, пространство состояний, фазовое пространство; линеаризация нелинейных уравнений; формы записи линейных уравнений расчет свободного движения САУ. Расчет вынужденного движения САУ при действии гармонического воздействия, понятие об амплитудно-фазовой функции. Расчет вынужденного движения при действии периодического и произвольного воздействия, удовлетворяющих условиям Дирихле и являющихся абсолютно интегрируемыми функциями. Интеграл и преобразование Фурье. Расчет вынужденного движения при действии произвольного воздействия. Интеграл и преобразование Лапласа. Понятие передаточной функции. Переходная и импульсная переходные функции САУ. Интеграл Дюамеля. Определение передаточной функции и ее свойства. Передаточный коэффициент и его размерность. Передаточные функции по управлению, по возмущению, передаточные функции по ошибке. Передаточные функции статических и астатических систем. Передаточные функции минимально фазовых и не минимально - фазовых типовых звеньев. Определение передаточной функции группы элементов, преобразование структурных схем. Частотные характеристики типовых звеньев, построение их амплитудно-фазовых и логарифмических частотных характеристик. Построение амплитудно-фазовых и логарифмических частотных характеристик разомкнутых САУ. Построение частотных характеристик замкнутых САУ по частотным характеристикам разомкнутых.	2
1.3	Общие положения А.М. Ляпунова об устойчивости. Теорема А.М. Ляпунова об устойчивости непрерывных систем. Метод корневого годографа в исследовании устойчивости линейных непрерывных САУ. Критический коэффициент усиления. Алгебраические критерии устойчивости линейных непрерывных САУ. Частотные критерии: критерий Михайлова, Найквиста-Михайлова. Запасы устойчивости линейных непрерывных САУ. Устойчивость систем с запаздыванием.	2

	Построение областей устойчивости. Д-разбиения в плоскости одного и двух параметров	
	<b>Семинары</b>	12
C1.1	Математические модели объектов и систем управления.	4
C1.2	Задачи построения и оптимизации систем управления.	4
C1.3	Оптимизация систем методами классического вариационного исчисления.	4
	<b>Самостоятельная работа</b>	20
CP1.1	Проработка учебного материала лекций	0.75
CP1.2	Подготовка к семинарам	1.5
CP1.3	Подготовка к рубежному контролю	3
CP1.4	Другие виды самостоятельной работы	14.75
<b>2</b>	<b>Синтез линейных непрерывных систем при детерминированных и случайных воздействиях.</b>	
	<b>Лекции</b>	6
2.1	Основные показатели качества работы системы. Анализ качества при единичном воздействии, построение переходного процесса. Определение показателей качества переходного процесса. Определение показателей качества переходного процесса: по распределению корней характеристического уравнения, по частотным характеристикам. Интегральные оценки качества САУ. Анализ качества при медленно меняющихся воздействиях. Коэффициенты ошибок.	2
2.2	Особенности работы систем под действием случайных воздействий, характеристики случайных величин, случайный стационарный процесс и его характеристики, прохождение случайного сигнала через линейную динамическую систему, расчет корреляционной функции и функции спектральной плотности ошибки системы при действии различных случайных воздействий, определение среднеквадратичного отклонения и дисперсии ошибки системы. Функции чувствительности САУ.	2
2.3	Понятие о синтезе линейных систем. Синтез систем, близких к оптимальным по быстродействию. Расчет параметров желаемых логарифмических частотных характеристик. Модальный синтез и оптимизация параметров САУ. Синтез систем оптимальных по минимуму среднеквадратичного отклонения ошибки. Задача Винера. Синтез корректирующих устройств.	2
	<b>Семинары</b>	12
C2.1	Принцип максимума в задачах оптимизации систем управления.	6
C2.2	Динамическое программирование в задачах оптимизации систем.	6
	<b>Самостоятельная работа</b>	20
CP2.1	Проработка учебного материала лекций	0.75
CP2.2	Подготовка к семинарам	1.5
CP2.3	Подготовка к рубежному контролю	3
CP2.4	Другие виды самостоятельной работы	14.75
<b>3</b>	<b>Теория оптимальных и самонастраивающихся систем управления.</b>	
	<b>Лекции</b>	6

3.1	<p>Классификация дискретных САУ. Понятие о решетчатых функциях и разностных уравнениях. Дискретное преобразование Лапласа. Частотное представление решетчатых функций. Теорема Котельникова. Z-преобразование и его свойства. Понятие о Z-передаточных функциях. Z-передаточные функции разомкнутых систем. Определение Z-преобразования выходной координаты замкнутой дискретной системы, преобразование структурных схем. Частотные характеристики дискретных систем. Метод корневого годографа для оценки устойчивости дискретных САУ.</p> <p>Алгебраические критерии устойчивости дискретных САУ. Аналоги частотных критериев устойчивости дискретных систем. Построение переходного процесса в дискретных САУ. Модифицированное Z-преобразование. Установившаяся ошибка в дискретных САУ. Интегральные оценки качества. Синтез дискретных корректирующих фильтров. Структурные схемы цифровых САУ. Передаточные функции цифровых САУ. Особенности исследования устойчивости и качества цифровых САУ. Фinitное управление. Синтез систем цифрового управления в пространстве состояний.</p>	2
3.2	<p>Существенно нелинейные характеристики систем автоматического управления. Понятие устойчивости в теории нелинейных систем. Анализ устойчивости прямым методом Ляпунова. Критерий абсолютной устойчивости Попова В. М. Метод гармонической линеаризации. Оценка устойчивости периодического режима.</p> <p>Применение метода гармонической линеаризации для исследования дискретных САУ. Преобразование структурных схем нелинейных систем. Метод фазовой плоскости в исследовании нелинейных САУ. Предельные циклы, метод точечных преобразований, переходные процессы.</p>	2
3.3	<p>Понятия о критериях оптимальности. Краткая характеристика методов оптимизации. Принцип максимума Понтрягина Л. С. Пример синтеза системы оптимальной по быстродействию. Понятие об экстремальных системах. Способы определения экстремума. Самонастраивающиеся системы. Аналитическое конструирование регуляторов.</p>	2
	<b>Семинары</b>	12
С3.1	Оптимальные по быстродействию системы управления.	4
С3.2	Системы управления, оптимальные по расходу ресурсов.	4
С3.3	Системы управления, оптимальные по точности и расходу энергии.	4
	<b>Самостоятельная работа</b>	20
СР3.1	Проработка учебного материала лекций	0.75
СР3.2	Подготовка к семинарам	1.5
СР3.3	Подготовка к рубежному контролю	3
СР3.4	Другие виды самостоятельной работы	14.75
4	Экзамен	30
СР4.1	Подготовка к экзамену	30
5	<b>Оптимизация систем методами классического вариационного исчисления.</b>	
	<b>Лекции</b>	12
5.1	Основы теории особенности нестационарных систем управления; применение неавтономных обыкновенных дифференциальных	2

	уравнений, нормальная форма Коши, векторная запись. Математическое описание линейных нестационарных объектов и систем управления в переменных вход-выход и в пространстве состояний с помощью линейных скалярных и векторных дифференциальных уравнений с переменными параметрами; представление этих уравнений с помощью дифференциальных операторов. Операторная алгебра и структурные преобразования. Переходные, импульсные переходные и параметрические передаточные функции нестационарных линейных звеньев и систем управления, методы определения этих функций.	
5.2	Теория оптимального управления и ее задачи. Содержательная и математическая постановка задач об оптимальном управлении; объекты управления, критерии качества, функционалы, ограничения. Классы задач оптимального управления, типы оптимальных систем управления. Оптимальное программное управление, оптимальный закон управления, оптимальный регулятор. Основные методы решения задач об оптимальном управлении. Алгоритмы оптимальных систем управления.	2
5.3	Оптимизация систем методами классического вариационного исчисления. Задачи исследования функционалов на экстремум; основные понятия и определения. Лемма Лагранжа. Вывод и применение систем уравнений Эйлера и Эйлера-Пуассона, расчет экстремалей. Условия Лежандра. Вариационные задачи с подвижными границами. Оптимальное управление и вариационные задачи на условный экстремум, типы этих задач. Теоремы об условном экстремуме функционалов. Вариационные задачи Больца, Лагранжа, Майера. Уравнения Эйлера-Лагранжа и их применение для синтеза оптимальных систем управления. Решение примеров.	2
5.4	Особенности задач об оптимальном управлении в математической теории принципа максимума Л.С. Понтрягина, их типы и методы преобразования к форме задач Майера, приведение неавтономных динамических объектов к автономным. Формулировка и доказательство принципа максимума Л.С. Понтрягина, вывод сопряженных и канонических дифференциальных уравнений. Граничные условия, краевая задача. Учет ограничений, накладываемых на управления и фазовые координаты, влияние разрывов допустимых управляющих воздействий. Расчет оптимальных процессов и синтез оптимальных систем управления с помощью принципа максимума Л.С. Понтрягина, решение примеров.	2
5.5	Постановка задач оптимизации систем управления как задач динамического программирования. Принцип оптимальности Беллмана и его доказательство применительно к задачам оптимального управления непрерывными динамическими объектами. Функция Беллмана и ее свойства. Вывод и применение функционально-дифференциального уравнения Беллмана. Решение задач синтеза оптимальных систем управления непрерывными динамическими объектами, примеры синтеза. Дискретное динамическое программирование в задачах оптимизации систем; постановка и особенности задач о дискретном оптимальном управлении. Вывод рекуррентного уравнения Беллмана применительно к оптимизации дискретных систем управления. Синтез оптимальных дискретных систем управления, решение примеров.	2

5.6	Постановка задач об оптимальном по быстродействию управлении. Принцип максимума Л.С. Понтрягина для задач о максимальном быстродействии. Анализ оптимального по быстродействию управления линейными и нелинейными объектами при различных видах ограничений вектора управления. Условия управляемости и общности положения. Нормальные и вырожденные задачи. Теорема о числе интервалов постоянства оптимального по быстродействию управления линейным стационарным объектом. Синтез замкнутых оптимальных по быстродействию систем управления линейными стационарными объектами, решение примеров. Синтез оптимального по быстродействию регулятора для объекта второго порядка. Синтез оптимальных по быстродействию систем управления нелинейными объектами управления с инвариантной нормой и другими подобными объектами при ограничении вектора управления гиперсферой.	2
	<b>Семинары</b>	12
С5.1	Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов; многокритериальная оптимизация СУ.	6
С5.2	Принципы построения поисковых систем экстремального и адаптивного управления.	6
	<b>Самостоятельная работа</b>	14
СР5.1	Проработка учебного материала лекций	1.5
СР5.2	Подготовка к семинарам	1.5
СР5.3	Подготовка к рубежному контролю	3
СР5.4	Другие виды самостоятельной работы	8
<b>6</b>	<b>Оптимальные по быстродействию системы управления.</b>	
	<b>Лекции</b>	12
6.1	Постановка задач оптимизации систем управления по условиям минимума расхода ресурсов (топлива, энергии). Анализ оптимальных по расходу ресурсов систем управления линейными и нелинейными объектами, нормальные и вырожденные управления. Синтез и анализ систем управления, оптимальных в смысле минимума линейной комбинации времени движения и расхода на управление рабочего тела, для линейных стационарных динамических объектов. Оптимальные по расходу рабочего тела системы управления нелинейными объектами с инвариантной нормой вектора состояния при ограничении вектора управления гиперсферой.	2
6.2	Постановка задач о минимуме ошибок и расхода энергии на управление. Анализ оптимального по расходу энергии управления динамическими объектами. Синтез оптимальных по расходу энергии систем управления линейными объектами; учет времени движения системы. Оптимальное в смысле минимума расхода энергии управление нелинейным динамическим объектом с инвариантной нормой вектора состояния при ограничении управления гиперсферой. Построение систем, оптимальных в смысле минимума ошибок, выраженных интегральными квадратичными показателями качества управления. Анализ и синтез оптимальных по этим критериям систем управления; учет дополнительных показателей. Особые оптимальные по точности управления в задачах с интегральными квадратичными по фазовым координатам функционалами; причины возникновения и основные свойства особых решений; методы вычисления и условия	2



	оптимальности особых управлений и процессов для линейных по управлению объектов.	
6.3	<p>Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов; многокритериальная оптимизация систем управления. Постановка задач оптимизации по квадратичным критериям систем управления линейными объектами; условия разрешимости задач аналитического конструирования оптимальных регуляторов (АКОР). Решение задач аналитического конструирования оптимальных регуляторов состояния линейных стационарных объектов с неограниченным временем движения, вывод матричного алгебраического уравнения Риккати. Синтез оптимальных по квадратичным критериям регуляторов состояния линейных нестационарных и стационарных объектов с ограниченным временем движения. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов выхода линейных объектов управления. Постановка задач многокритериальной (векторной) оптимизации систем управления. Парето-оптимальные, эффективные, неулучшаемые решения многокритериальных задач оптимизации систем управления. Построение обобщённых скалярных критериев оптимальности систем управления в виде линейных форм частных (локальных) критериев; способы выбора весовых коэффициентов таких критериев. Многокритериальный синтез оптимальных систем управления по методу максимального приближения к идеальной (утопической) точке в пространстве частных критериев. Синтез оптимального закона управления по условиям максимального удаления в области Парето от наихудшей точки пространства ограниченных потерь.</p>	2
6.4	<p>Основные типы и особенности экстремальных объектов и систем управления. Структура и свойства экстремальных систем управления по производной, с поисковыми сигналами, с запоминанием экстремума. Дифференциальные и шаговые экстремальные системы. Улучшение шагового поиска экстремума методами прогнозирования. Многомерные экстремальные объекты, системы экстремальной навигации и корреляционно-экстремального управления, их свойства. Методы определения градиента и организации движения к экстремуму в многомерных экстремальных системах. Многомерные системы экстремального управления с поисковыми сигналами и синхронным детектированием. Анализ динамики систем экстремального управления, применение функций Ляпунова.</p>	2
6.5	<p>Задачи адаптивного управления. Определение и классификация адаптивных систем. Построение систем управления с разомкнутыми, замкнутыми и комбинированными каналами адаптации; поисковые и беспойсковые системы. Самонастраивающиеся системы с информацией о частотных и временных характеристиках. Адаптивные системы управления со стабилизацией коэффициента демпфирования, метод двух фильтров. Системы управления с прямой и непрямой адаптацией, с параметрической, сигнальной и комбинированной самонастройкой. Адаптация по характеристикам сигнальных и параметрических возмущений объектов управления. Самоорганизующиеся и самообучающиеся системы управления. Адаптивные системы управления с эталонными и обучающимися моделями.</p>	2

6.6	Многоуровневая структура адаптивных систем управления. Методы синтеза основного контура адаптивных систем. Структура обобщённого настраиваемого объекта управления. Применение теории инвариантности для синтеза основного контура адаптивных систем. Оптимальный синтез основного контура адаптивных систем управления. Применение методов модального управления и методов теории систем с переменной структурой для синтеза основного контура и построения обобщённого настраиваемого объекта управления. Синтез основного замкнутого контура адаптивной системы управления с помощью прямого метода Ляпунова.	2
	<b>Семинары</b>	12
С6.1	Методы построения и основные типы адаптивных систем управления.	2
С6.2	Методы синтеза основного контура адаптивных систем управления.	4
С6.3	Синтез эталонных моделей адаптивных систем управления.	2
С6.4	Методы и алгоритмы локальной адаптации систем управления.	4
	<b>Самостоятельная работа</b>	14
СР6.1	Проработка учебного материала лекций	1.5
СР6.2	Подготовка к семинарам	1.5
СР6.3	Подготовка к рубежному контролю	3
СР6.4	Другие виды самостоятельной работы	8
<b>7</b>	<b>Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов; многокритериальная оптимизация СУ.</b>	
	<b>Лекции</b>	12
7.1	Методы синтеза эталонных моделей основных замкнутых контуров (обобщённых настраиваемых объектов) адаптивных систем управления. Синтез оптимальных эталонных моделей, примеры синтеза. Применение метода модально управления для синтеза эталонных моделей основных замкнутых контуров адаптивных систем; построение эталонных моделей в классе низкочастотных фильтров Баттерворта. Метод стандартных коэффициентов в задачах построения эталонных моделей основного контура. Свойства адаптируемости основного контура; условия и анализ адаптируемости обобщённого настраиваемого объекта к его эталонной модели. Условия согласованности основного контура и его эталонной модели. Условия структурной устойчивости и условия существования в пространстве настраиваемых параметров области адаптируемости обобщённого настраиваемого объекта управления к его эталонной модели.	2
7.2	Основные принципы локальной адаптации, схемы первого приближения в задачах построения алгоритмов адаптации, градиентные самонастраивающиеся системы управления. Компенсационные самонастраивающиеся системы. Алгоритмы адаптации, выработанные на основе функций чувствительности. Метод вспомогательного оператора в задачах синтеза адаптивных систем управления и идентификации; синтез многомерных контуров параметрической самонастройки, обеспечивающих автоматическую минимизацию квадратичных критериев качества. Применение операторного метода к решению задач синтеза оптимальных систем управления и идентификации параметров методом вспомогательного оператора; применение методов теории чувствительности.	2



7.3	<p>Проблема построения адаптивных систем управления, обладающих свойствами устойчивости в большом и целом, и решение её с помощью достаточных условий устойчивости в смысле Ляпунова. Решение задач синтеза алгоритмов адаптации с помощью функций Ляпунова; применение функций Ляпунова, представляющих собой квадратичные формы параметрических и сигнальных рассогласований обобщённого настраиваемого объекта и его эталонной модели. Условия асимптотической устойчивости синтезированных с помощью функций Ляпунова адаптивных систем управления. Решение примеров синтеза устойчивых по Ляпунову контуров самонастройки систем адаптивного управления и идентификации параметров линейных динамических объектов.</p>	2
7.4	<p>Алгоритмы скоростного градиента в адаптивных системах управления динамическими объектами. Свойства алгоритмов скоростного градиента; условия достижимости цели адаптации, идентифицирующие свойства алгоритмов скоростного градиента. Работоспособность алгоритмов скоростного градиента в нестационарных условиях. Процедура синтеза адаптивных систем управления и параметрической идентификации с помощью метода скоростного градиента. Решение задач синтеза адаптивных систем управления с явными и неявными моделями. Условия устойчивости адаптивных систем управления и идентификации, синтезированных методами скоростного градиента.</p>	2
7.5	<p>Проблема неполноты информации о состоянии объектов управления. Идентификация состояния динамических объектов, детерминированные задачи построения наблюдателей. Простейшие идентификаторы состояния (наблюдатели) объектов управления; применения сигнальной самонастройки. Модальный синтез наблюдателей, синтез оптимальных наблюдателей. Оптимальное оценивание состояния стохастических объектов управления, построение фильтров Калмана-Бьюси для непрерывных объектов управления. Структурные преобразования фильтра Калмана-Бьюси, позволяющие исключить дифференцирование сигналов обратной связи.</p>	2
7.6	<p>Задачи параметрической идентификации динамических объектов. Условия идентифицируемости линейных динамических систем. Адаптивная параметрическая идентификация с помощью настраиваемой модели объекта идентификации, синтез систем идентификации. Условия устойчивости процессов самонастройки модели. Адаптивный идентификатор-наблюдатель. Идентификация параметров динамических объектов при внешних возмущениях и помехах. Алгоритмы корреляционного способа идентификации параметров. Адаптивная идентификация внешних возмущений, действующих на динамические системы управления при волновом представлении этих возмущений.</p>	2
	<b>Семинары</b>	12
C7.1	Синтез адаптивных систем управления методом функций Ляпунова.	2
C7.2	Синтез алгоритмов адаптации методом скоростного градиента.	4
C7.3	Оптимальные наблюдатели, фильтры Калмана-Бьюси.	2
C7.4	Адаптивные системы параметрической идентификации динамических объектов и систем.	4

	<b>Самостоятельная работа</b>	14
СР7.1	Проработка учебного материала лекций	1.5
СР7.2	Подготовка к семинарам	1.5
СР7.3	Подготовка к рубежному контролю	3
СР7.4	Другие виды самостоятельной работы	8
8	Курсовая работа	36
СР8.1	Выполнение курсовой работы	36
9	Экзамен	30
СР9.1	Подготовка к экзамену	30

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Самостоятельная работа студентов по дисциплине обеспечивается следующими учебно-методическими материалами:

1. Рабочая программа дисциплины.
2. Учебная литература и дополнительные материалы [Раздел 7 Рабочей программы дисциплины].
3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» [Раздел 8 Рабочей программы дисциплины].
4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины [Раздел 9 Рабочей программы дисциплины], обеспечивающие самостоятельную работу студента при подготовке к учебным занятиям, выполнении домашних работ, подготовке к контрольным мероприятиям и аттестациям.
5. Комплект индивидуальных заданий.

Студенты получают доступ к указанным материалам начиная с первого занятия по дисциплине.

## **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине базируется на перечне компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы (раздел 1). ФОС обеспечивает объективный контроль достижения всех результатов обучения, запланированных для дисциплины.

ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, владений и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана.

ФОС является приложением к данной рабочей программе дисциплины.

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### Литература по дисциплине

1. Теория автоматического управления : учебник для вузов : в 2 ч. / ред. Воронов А. А. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1986. Ч. 2 : Теория нелинейных и специальных систем автоматического управления / Воронов А. А., Ким Д. П., Лохин В. М. [и др.]. - 1986. - 504 с. : ил. - Библиогр.: с. 491-493.

### Дополнительная литература

2. Иванов В. А., Голованов М. А. Теория дискретных систем автоматического управления : учеб. пособие по курсу "Теория автоматического управления" : в 2 ч. / Иванов В. А., Голованов М. А. ; МГТУ им. Н. Э. Баумана. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. Ч. 2. - 2012. - 98 с. : ил. - Библиогр.: с. 97.
3. Теория автоматического управления : учебник для вузов : в 2 ч. / ред. Воронов А. А. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1986. Ч. 2 : Теория нелинейных и специальных систем автоматического управления / Воронов А. А., Ким Д. П., Лохин В. М. [и др.]. - 1986. - 504 с. : ил. - Библиогр.: с. 491-493.

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ СЕТИ ИНТЕРНЕТ, РЕКОМЕНДУЕМЫХ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Сайт кафедры «Автоматизация технологических процессов, оборудование и безопасность производств»:  
<https://mf.bmstu.ru/info/faculty/lt/caf/lt10/>
2. Открытая информационная группа кафедры в социальной сети «ВКонтакте»:  
<http://vk.com/bmstu1830>
3. Российская государственная библиотека. <http://www.rsl.ru>.
4. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. <http://www.gpntb.ru>.
5. Библиотека МГТУ им. Н.Э. Баумана. <http://library.bmstu.ru>.
6. Научно-техническая библиотека КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. <http://library.bmstu-kaluga.ru>.
7. Научная электронная библиотека <http://eLIBRARY.RU>.
8. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <http://e.lanbook.com>.
9. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»  
<http://biblioclub.ru>.
10. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>.
11. Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Юрайт» <https://biblio-online.ru>.
12. Центральная библиотека образовательных ресурсов Минобрнауки РФ. [www.edulib.ru](http://www.edulib.ru).
13. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru>.
14. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. <http://fcior.edu.ru>.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание нижеследующие положения.

Дисциплина построена по модульному принципу, каждый модуль представляет собой логически завершённый раздел курса. В первом семестре четыре модуля (включая экзамен). Во втором семестре четыре модуля (включая экзамен), выполняется курсовая работа.

На первом занятии студент получает информацию для доступа к комплексу учебно-методических материалов по дисциплине.

**Лекционные занятия** посвящены рассмотрению ключевых, базовых положений курса и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную проработку.

**Семинарские занятия** проводятся для закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения для решения практических задач в предметной области дисциплины.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения практических занятий, индивидуальных и(или) групповых консультаций, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка может включать в себя отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

**Самостоятельная работа** студентов включает следующие виды: в первом семестре проработка учебного материала лекций, подготовка к семинарам, подготовка к экзамену, подготовка к рубежному контролю, во втором семестре проработка учебного материала лекций, подготовка к семинарам, выполнение курсовой работы, подготовка к экзамену, подготовка к рубежному контролю. Результаты всех видов работы студентов формируются в виде их личного рейтинга, который учитывается на промежуточной аттестации. Самостоятельная работа предусматривает не только проработку материалов лекционного курса, но и их расширение в результате поиска, анализа, структурирования и представления в компактном виде современной информации из всех возможных источников.

**Текущий контроль** проводится в течение каждого модуля, его итоговые результаты складываются из оценок по следующим видам контрольных мероприятий:

- Рубежный контроль.

Освоение дисциплины и ее успешное завершение на стадии промежуточной аттестации возможно только при регулярной работе во время семестра и планомерном прохождении текущего контроля. Набрать рейтинг по всем модулям в каждом семестре, пройти по каждому модулю плановые контрольные мероприятия в течение экзаменационной сессии невозможно.

Для завершения работы в семестре студент должен выполнить все контрольные мероприятия.

**Промежуточная аттестация** по результатам первого семестра по дисциплине проходит в форме экзамена, контролирующего освоение ключевых, базовых положений дисциплины, составляющих основу остаточных знаний по ней. Промежуточная аттестация по результатам второго семестра проходит в форме дифференцированного зачета и экзамена, контролирующего освоение ключевых, базовых положений дисциплины, составляющих основу остаточных знаний по ней.

**Методика оценки по рейтингу**

Студент, выполнивший все предусмотренные учебным планом задания и сдавший все контрольные мероприятия, получает итоговую оценку по дисциплине за семестр в соответствии со шкалой:

<b>Рейтинг</b>	<b>Оценка на экзамене, дифференцированном зачете</b>
85 – 100	отлично
71 – 84	хорошо
60 – 70	удовлетворительно
0 – 59	неудовлетворительно

Оценивание дисциплины ведется в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана.



## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ**

### **Информационные технологии:**

– Электронная информационно-образовательная среда МГТУ им. Н.Э. Баумана обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), программам практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик, формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы. Предусмотрена возможность синхронного и асинхронного взаимодействия студентов и преподавателей посредством технологий и служб по пересылке и получению электронных сообщений между пользователями компьютерной сети Интернет.

– e-mail преподавателя для оперативной связи: bryukvin@bmstu.ru

### **Программное обеспечение:**

- MATLAB\Simulink
- Windows
- Word

### **Информационные справочные системы:**

- Информационно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>;
- Информационно-правовая система «Консультант Плюс» <http://www.consultant.ru>;

### **Профессиональные базы данных:**

- Ресурс «Машиностроение» <http://www.i-mash.ru>.
- Портал машиностроения <http://www.mashportal.ru>.

## 11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Перечень материально-технического обеспечения дисциплины

№, п/п	Вид занятий	Вид и наименование оборудования
1	Лекции	специально оборудованные аудитории с мультимедийными средствами, средствами звуковоспроизведения и имеющими выход в сеть Интернет; помещения для проведения аудиторных занятий, оборудованные учебной мебелью; аудитории оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и сети Интернет; студии; компьютерные классы.
2	Семинары	специально оборудованные аудитории с мультимедийными средствами, средствами звуковоспроизведения и имеющими выход в сеть Интернет; помещения для проведения аудиторных занятий, оборудованные учебной мебелью; аудитории оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и сети Интернет; студии; компьютерные классы.
3	Самостоятельная работа	библиотека, имеющая рабочие места для студентов; выставочные залы; аудитории, оснащенные компьютерами с доступом к сети Интернет. Социокультурное пространство университета позволяет студенту качественно выполнять самостоятельную работу.

## ЛИСТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ

### **1). П.7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:**

#### **7. Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины**

Литература по дисциплине:

1. Теория автоматического управления : учебник для вузов : в 2 ч. / ред. Воронов А. А. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1986. Ч. 2 : Теория нелинейных и специальных систем автоматического управления / Воронов А. А., Ким Д. П., Лохин В. М. [и др.]. - 1986. - 504 с. : ил. - Библиогр.: с. 491-493.
2. Теория автоматического управления : Учеб. пособие для вузов / Бабаков Н. А., Воронов А. А., Воронова А. А. [и др.] ; ред. Воронов А. А. - М. : Высш. шк., 1977. Ч. 2 : Теория нелинейных и специальных систем автоматического управления. - 1977. - 287 с. : ил. - Библиогр. в конце гл.
3. Методы классической и современной теории автоматического управления : учебник для вузов : в 3 т. / ред. Егупов Н. Д. - М. : Изд-во МГТУ, 2000. - ISBN 5-7038-1579-7. Т. 2 : Синтез регуляторов и теория оптимизации систем автоматического управления. - 2000. - 735 с. : ил. - Библиогр.: с. 712-721. - ISBN 5-7038-1627-0.
4. Методы классической и современной теории автоматического управления : учебник для вузов : в 3 т. / ред. Егупов Н. Д. - М. : Изд-во МГТУ, 2000. - ISBN 5-7038-1579-7. Т. 3 : Методы современной теории автоматического управления. - 2000. - 747 с. : ил. - Библиогр.: с. 721-734. - ISBN 5-7038-1632-7.
5. Иванов В. А., Голованов М. А. Теория дискретных систем автоматического управления : учеб. пособие по курсу "Теория автоматического управления" : в 2 ч. / Иванов В. А., Голованов М. А. ; МГТУ им. Н. Э. Баумана. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. Ч. 2. - 2012. - 98 с. : ил. - Библиогр.: с. 97.

### **2). П.10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:**

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных**

**Программное обеспечение:**

- LibreOffice
- MATLAB\Simulink
- OpenOffice

**Преподаватель кафедры:**

Брюквин А.В., доцент (к.н.), кандидат технических наук, доцент, bryukvin@bmstu.ru

## ЛИСТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ

### **1). П.7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:**

#### **7. Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины**

Литература по дисциплине:

1. Теория автоматического управления : учебник для вузов : в 2 ч. / ред. Воронов А. А. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1986. Ч. 2 : Теория нелинейных и специальных систем автоматического управления / Воронов А. А., Ким Д. П., Лохин В. М. [и др.]. - 1986. - 504 с. : ил. - Библиогр.: с. 491-493.
2. Теория автоматического управления : Учеб. пособие для вузов / Бабаков Н. А., Воронов А. А., Воронова А. А. [и др.] ; ред. Воронов А. А. - М. : Высш. шк., 1977. Ч. 2 : Теория нелинейных и специальных систем автоматического управления. - 1977. - 287 с. : ил. - Библиогр. в конце гл.
3. Методы классической и современной теории автоматического управления : учебник для вузов : в 3 т. / ред. Егупов Н. Д. - М. : Изд-во МГТУ, 2000. - ISBN 5-7038-1579-7. Т. 2 : Синтез регуляторов и теория оптимизации систем автоматического управления. - 2000. - 735 с. : ил. - Библиогр.: с. 712-721. - ISBN 5-7038-1627-0.
4. Методы классической и современной теории автоматического управления : учебник для вузов : в 3 т. / ред. Егупов Н. Д. - М. : Изд-во МГТУ, 2000. - ISBN 5-7038-1579-7. Т. 3 : Методы современной теории автоматического управления. - 2000. - 747 с. : ил. - Библиогр.: с. 721-734. - ISBN 5-7038-1632-7.
5. Иванов В. А., Голованов М. А. Теория дискретных систем автоматического управления : учеб. пособие по курсу "Теория автоматического управления" : в 2 ч. / Иванов В. А., Голованов М. А. ; МГТУ им. Н. Э. Баумана. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. Ч. 2. - 2012. - 98 с. : ил. - Библиогр.: с. 97.

### **2). П.10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:**

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных**

**Программное обеспечение:**

- LibreOffice
- MATLAB\Simulink
- OpenOffice

**Преподаватель кафедры:**

Брюквин А.В., доцент (к.н.), кандидат технических наук, доцент, bryukvin@bmstu.ru

## ЛИСТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ

### **1). П.7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:**

#### **7. Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины**

Литература по дисциплине:

1. Востриков, А. С. Теория автоматического регулирования : учебник и практикум для вузов / А. С. Востриков, Г. А. Французова. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 279 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04845-2.
2. Теория автоматического управления : учебник для вузов : в 2 ч. / ред. Воронов А. А. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1986. Ч. 2 : Теория нелинейных и специальных систем автоматического управления / Воронов А. А., Ким Д. П., Лохин В. М. [и др.]. - 1986. - 504 с. : ил. - Библиогр.: с. 491-493.
3. Теория автоматического управления : Учеб. пособие для вузов / Бабаков Н. А., Воронов А. А., Воронова А. А. [и др.] ; ред. Воронов А. А. - М. : Высш. шк., 1977. Ч. 2 : Теория нелинейных и специальных систем автоматического управления. - 1977. - 287 с. : ил. - Библиогр. в конце гл.
4. Методы классической и современной теории автоматического управления : учебник для вузов : в 3 т. / ред. Егупов Н. Д. - М. : Изд-во МГТУ, 2000. - ISBN 5-7038-1579-7. Т. 2 : Синтез регуляторов и теория оптимизации систем автоматического управления. - 2000. - 735 с. : ил. - Библиогр.: с. 712-721. - ISBN 5-7038-1627-0.
5. Методы классической и современной теории автоматического управления : учебник для вузов : в 3 т. / ред. Егупов Н. Д. - М. : Изд-во МГТУ, 2000. - ISBN 5-7038-1579-7. Т. 3 : Методы современной теории автоматического управления. - 2000. - 747 с. : ил. - Библиогр.: с. 721-734. - ISBN 5-7038-1632-7.
6. Иванов В. А., Голованов М. А. Теория дискретных систем автоматического управления : учеб. пособие по курсу "Теория автоматического управления" : в 2 ч. / Иванов В. А., Голованов М. А. ; МГТУ им. Н. Э. Баумана. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. Ч. 2. - 2012. - 98 с. : ил. - Библиогр.: с. 97.

### **2). П.10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:**

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных**

**Программное обеспечение:**

- LibreOffice
- MATLAB\Simulink
- OpenOffice

**Преподаватель кафедры:**

Брюквин А.В., доцент (к.н.), кандидат технических наук, доцент, [bryukvin@bmstu.ru](mailto:bryukvin@bmstu.ru)