

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Гриб Владислав Валерьевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 26.02.2026 23:32:05  
Уникальный программный ключ:  
637517d24e103c3db032acf37e09488041e2f60e29ac176703985497



**Образовательное учреждение высшего образования  
«МОСКОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ А.С. ГРИБОЕДОВА»  
(ИМПЭ им. А.С. Грибоедова)**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ**

**УТВЕРЖДАЮ**

И.о. директора международного  
инженерного института

\_\_\_\_\_/А.А. Панарин

«17» декабря 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины  
ОБЩАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**

**Направление подготовки  
15.03.06 Мехатроника и робототехника  
(уровень бакалавриат)**

**Направленность (профиль):  
«Промышленная робототехника»**

**Форма обучения: очная, заочная**

**Москва**

Рабочая программа дисциплины «Общая и прикладная теория автоматического управления». Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль): «Промышленная робототехника» / Р. М. Байгулов – М.: ИМПЭ им. А.С. Грибоедова. – 32с.

Рабочая программа высшего образования составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 августа 2020 г. N 1046 (с изменениями от 27 ноября 2020 г.); Профессионального стандарта "Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам", утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н (с изменениями от 12 декабря 2016 года) (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 21 марта 2014 года, регистрационный № 31692)

Разработчики: Р. М. Байгулов, д.э.н., профессор

Ответственный рецензент: О. А. Левичев, кандидат военных наук, доцент, доцент кафедры Дистанционного зондирования и цифровой картографии, ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству»

Ответственный рецензент: А. М. Соколов, кандидат технических наук, преподаватель Военной академии Ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры цифровой экономики и инновационной деятельности 17.12.2025г. протокол №6

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ /А. А. Панарин, д. э. н., профессор  
(подпись)

Согласовано от библиотеки \_\_\_\_\_ / О. Е. Степкина  
(подпись)

## Раздел 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Общая и прикладная теория автоматического управления» является изучение прикладного аппарата анализа моделей управляемых систем, методов синтеза алгоритмов управления, формирование общекультурных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данному направлению подготовки.

К основным задачам освоения дисциплины следует отнести: освоение методов структурного анализа модели системы управления; освоение методов анализа статических, динамических и частотных свойств объекта управления; освоение методов построения алгоритмов управления, обеспечивающих заданные показатели качества процесса управления; формирование навыков решения прикладных задач управления электронными системами.

## Раздел 2. Планирование результатов обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции (для планирования результатов обучения по элементам образовательной программы и соответствующих оценочных средств)
ОПК-12	Способен участвовать в монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей	ИОПК-12.1. Знает конструктивные особенности и назначение мехатронных и робототехнических систем, правила их эксплуатации ИОПК-12.2. Умеет пользоваться инструментом, оборудованием и приборами для наладки мехатронных и робототехнических систем; выбирать необходимый комплекс технических средств для современных микроконтроллерных и микропроцессорных систем управления ИОПК-12.3. Владеет способами, средствами и методами измерений физических величин
ПК-1	Способен составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов, и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и	ИПК-1.1 Знает принципы построения систем автоматического управления; принципы построения архитектуры систем управления робототехническими системами ИПК-1.2 Умеет составлять их математические модели, исследовать устойчивость, определять характеристики точности и быстродействия ИПК-1.3 Владеет навыками разработки кинематических схем узлов изделий мехатроники и робототехники, выполняет кинематические и прочностные расчеты механических узлов изделий мехатроники и робототехники

<b>Код компетенции</b>	<b>Формулировка компетенции</b>	<b>Индикаторы достижения компетенции</b> (для планирования результатов обучения по элементам образовательной программы и соответствующих оценочных средств)
	средства вычислительной техники	

### **Раздел 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Общая и прикладная теория автоматического управления» изучается в 5 и 6 семестре, относится к Блоку Б.1 «Дисциплины (модули)», «Обязательная часть», образовательной программы по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника (уровень бакалавриат), направленность (профиль): «Промышленная робототехника».

### **Раздел 4. Объем (трудоемкость) дисциплины (общая, по видам учебной работы, видам промежуточной аттестации)**

#### **Трудоемкость дисциплины и виды учебной нагрузки**

##### **на очной форме обучения**

з.е.	Итого	Лекции	Практические занятия	Курсовое проектирование	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация
5 семестр							
5	180	32	32		112		4 Зачет
6 семестр							
4	144	32	32	10	34		36 Экзамен
Итого по дисциплине							
9	324	64	64		146		40

##### **на заочной форме обучения**

з.е.	Итого	Лекции	Практические занятия	Курсовое проектирование	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация
5 семестр							
5	180	8	8		160		4 Зачет
6 семестр							
4	144	8	8	10	82		36 Экзамен
Итого по дисциплине							
9	324	16	16		242		40

## Тематический план дисциплины

### Очная форма обучения

Разделы / Темы	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация	Всего часов
<b>5 семестр</b>						
Раздел 1. Принцип действия современных систем управления						
Тема 1.1 Аксиоматические понятия теории управления	2	2	6			10
Тема 1.2. Линейные системы автоматического управления	2	2	6			10
Тема 1.3. Методы описания линейных систем: операторный метод	2	2	6			10
Тема 1.4. Структурные схемы систем управления	2	2	6			10
Тема 1.5. Правила преобразования структурных схем	2	2	6			10
Тема 1.6. Временные характеристики линейных систем	2	2	6			10
Тема 1.7. Частотные характеристики линейных систем	2	2	6			10
Тема 1.8. Типовые динамические звенья систем управления	2	2	6			10
Раздел 2. Особенности протекающих процессов в современных системах управления						
Тема 2.1. Понятие устойчивости линейной системы управления	2	2	8			12
Тема 2.2. Необходимые и	2	2	8			12

достаточные условия устойчивости						
Тема 2.3. Алгебраический критерий устойчивости Гурвица	2	2	8			12
Тема 2.4. Частотные критерии устойчивости: Михайлова и Найквиста	2	2	8			12
Тема 2.5. Исследование робастной устойчивости	2	2	8			12
Тема 2.6. Понятие качества системы управления	2	2	8			12
Тема 2.7. Показатели качества линейных систем автоматического управления	2	2	8			12
Тема 2.8. Методы улучшения качества систем управления	2	2	8			12
Зачет					4	4
<b>Итого за 5 семестр</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>112</b>		<b>4</b>	<b>180</b>
<b>6 семестр</b>						
<b>Раздел 3. Принцип действия и особенности систем в виде уравнений движения.</b>						
Тема 3.1. Связь интегральных показателей качества с параметрами системы управления	4	4	4			12
Тема 3.2. Оптимизация параметров системы управления по критерию качества	4	4	6			14
Тема 3.3. Метод стандартных	6	6	6			18

регуляторов и синтез систем управления по заданным показателям устойчивости и качества						
<b>Раздел 4. Принцип действия и особенности структурных схем.</b>						
Тема 4.1. Метод расчёта параметров системы в частотной области	6	6	6			18
Тема 4.2. Метод полиномиальных уравнений в синтезе регуляторов	6	6	6			18
Тема 4.3. Проектирование передаточной функции с заданным распределением корней	6	6	6			18
Курсовая работа						10
Экзамен					36	36
<b>Итого за 6 семестр</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>34</b>		<b>36</b>	<b>144</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>64</b>	<b>64</b>	<b>156</b>		<b>40</b>	324

#### **Заочная форма обучения**

Разделы / Темы	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация	Всего часов
<b>5 семестр</b>						
<b>Раздел 1. Принцип действия современных систем управления</b>						
Тема 1.1 Аксиоматические понятия теории управления		2	10			12
Тема 1.2. Линейные системы автоматического управления	2		10			12
Тема 1.3. Методы описания линейных систем:			10			10

операторный метод						
Тема 1.4. Структурные схемы систем управления			10			10
Тема 1.5. Правила преобразования структурных схем	2		10			12
Тема 1.6. Временные характеристики линейных систем		2	10			12
Тема 1.7. Частотные характеристики линейных систем			10			10
Тема 1.8. Типовые динамические звенья систем управления			10			10
Раздел 2. Особенности протекающих процессов в современных системах управления						
Тема 2.1. Понятие устойчивости линейной системы управления			10			10
Тема 2.2. Необходимые и достаточные условия устойчивости		2	10			12
Тема 2.3. Алгебраический критерий устойчивости Гурвица	2		10			12
Тема 2.4. Частотные критерии устойчивости: Михайлова и Найквиста			10			10
Тема 2.5. Исследование робастной устойчивости		2	10			12
Тема 2.6. Понятие качества системы управления	2		10			12

Тема 2.7. Показатели качества линейных систем автоматического управления			10			10
Тема 2.8. Методы улучшения качества систем управления			10			10
Зачет					4	4
<b>Итого за 5 семестр</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>160</b>		<b>4</b>	<b>180</b>
<b>6 семестр</b>						
Раздел 3. Принцип действия и особенности систем в виде уравнений движения.						
Тема 3.1. Связь интегральных показателей качества с параметрами системы управления	2		12			14
Тема 3.2. Оптимизация параметров системы управления по критерию качества		2	14			16
Тема 3.3. Метод стандартных регуляторов и синтез систем управления по заданным показателям устойчивости и качества	2	2	14			18
Раздел 4. Принцип действия и особенности структурных схем.						
Тема 4.1. Метод расчёта параметров системы в частотной области	2		14			16
Тема 4.2. Метод полиномиальных уравнений в синтезе регуляторов		2	14			16

Тема 4.3. Проектирование передаточной функции с заданным распределением корней	2	2	14			18
Курсовая работа						10
Экзамен					36	36
<b>Итого за 6 семестр</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>82</b>		<b>36</b>	<b>144</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	16	16	242		40	324

### Структура и содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание темы
<b>5 семестр</b>	
Раздел 1. Принцип действия современных систем управления	
Тема 1.1 Аксиоматические понятия теории управления	Основные определения: объект управления, регулятор, сигналы. Структурные элементы системы управления. Классификация систем: разомкнутые, замкнутые, комбинированные. Принципы управления: по отклонению, по возмущению, программное управление.
Тема 1.2. Линейные системы автоматического управления	Понятие линейности в системах управления. Принцип суперпозиции. Области применения линейных моделей. Линеаризация нелинейных систем.
Тема 1.3. Методы описания линейных систем: операторный метод	Преобразование Лапласа как основной инструмент анализа. Передаточная функция: определение, свойства, вычисление. Временные и частотные характеристики через передаточную функцию. Устойчивость линейных систем в операторной форме.
Тема 1.4. Структурные схемы систем управления	Основные элементы структурных схем: звенья, сумматоры, усилители. Типовые соединения: последовательное, параллельное, обратная связь. Связь между структурными схемами и реальными техническими решениями. Использование структурных схем в проектировании мехатронных систем.
Тема 1.5. Правила преобразования структурных схем	Эквивалентные преобразования последовательного, параллельного и обратносвязанных соединений. Упрощение сложных схем до одного эквивалентного звена. Расчёт общей передаточной функции. Примеры: упрощение схем с несколькими контурами.
Тема 1.6. Временные характеристики линейных систем	Переходная функция (функция Хевисайда) и её построение.

	Импульсная переходная функция (весовая функция). Связь временных характеристик с передаточной функцией. Анализ показателей качества по переходному процессу.
Тема 1.7. Частотные характеристики линейных систем	Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики. Логарифмические частотные характеристики (ЛАХ, ЛФХ). Годограф Найквиста, диаграмма Михайлова. Частотные критерии устойчивости.
Тема 1.8. Типовые динамические звенья систем управления	Классификация типовых звеньев: усилительное, апериодическое, интегрирующее, дифференцирующее. Звенья второго порядка: колебательное, консервативное, форсирующее. Реализация типовых звеньев на электронных компонентах. Построение характеристик для каждого типа звеньев.
<b>Раздел 2. Особенности протекающих процессов в современных системах управления</b>	
Тема 2.1. Понятие устойчивости линейной системы управления	Устойчивость по Ляпунову и Боде. Условия устойчивости в замкнутых системах. Роль корней характеристического уравнения. Устойчивость как базовое требование к системам управления.
Тема 2.2. Необходимые и достаточные условия устойчивости	Необходимое условие: положение корней в левой полуплоскости. Достаточные условия: критерии устойчивости. Учет влияния параметров системы на устойчивость. Связь устойчивости с качеством регулирования.
Тема 2.3. Алгебраический критерий устойчивости Гурвица	Формирование матрицы Гурвица из коэффициентов уравнения. Условия устойчивости по главным минорам. Примеры расчёта для систем 2–4 порядков. Особенности использования критерия в инженерной практике.
Тема 2.4. Частотные критерии устойчивости: Михайлова и Найквиста	Критерий Михайлова: анализ годографа характеристического полинома. Критерий Найквиста: устойчивость по АФЧХ разомкнутой системы. Учет запасов устойчивости по амплитуде и фазе. Применение в задачах управления приводами и двигателями.
Тема 2.5. Исследование робастной устойчивости	Что такое робастность. Примеры неопределённостей. Методы анализа систем с интервальными параметрами. Критерии устойчивости при изменении параметров. Практическое применение в условиях изменения внешней среды.
Тема 2.6. Понятие качества системы управления	Отличие устойчивости от качества регулирования. Основные показатели качества: точность, быстродействие, плавность. Статическая и динамическая точность. Компромиссы между устойчивостью и качеством.
Тема 2.7. Показатели качества линейных систем автоматического управления	Прямые показатели: перерегулирование, время регулирования, установившаяся ошибка. Косвенные показатели: расположение корней, запасы устойчивости. Интегральные оценки: ISE, ITAE, IAE.

	Влияние передаточной функции на показатели качества.
Тема 2.8. Методы улучшения качества систем управления	Введение корректирующих звеньев: последовательная, параллельная, обратная коррекция. Настройка ПИД-регуляторов по желаемым характеристикам. Стандартные формы желаемых ЛАХ. Примеры улучшения качества в робототехнике и автоматизации.
<b>6 семестр</b>	
Раздел 3. Принцип действия и особенности систем в виде уравнений движения.	
Тема 3.1. Связь интегральных показателей качества с параметрами системы управления	Понятие интегрального критерия качества (ISE, ITAE и др.). Как параметры системы (усиление, постоянные времени) влияют на интегральные оценки. Примеры: зависимость от полюсов передаточной функции. Использование в задачах оптимизации и автоматической настройки.
Тема 3.2. Оптимизация параметров системы управления по критерию качества	Постановка задачи: минимизация интегрального критерия. Методы однопараметрической и многопараметрической оптимизации. Примеры: оптимизация коэффициентов ПИД-регулятора. Практические алгоритмы: градиентный спуск, методы настройки регуляторов.
Тема 3.3. Метод стандартных регуляторов и синтез систем управления по заданным показателям устойчивости и качества	Стандартные переходные процессы и их классификация. Метод синтеза регуляторов по желаемому поведению системы. Проектирование системы управления с заданным расположением корней. Примеры: синтез регулятора для следящего привода или манипулятора.
Раздел 4. Принцип действия и особенности структурных схем.	
Тема 4.1. Метод расчёта параметров системы в частотной области	Синтез регуляторов по желаемым ЛАХ и ЛФХ. Выбор желаемой частотной характеристики под заданные показатели. Обеспечение запасов устойчивости и качества. Примеры: коррекция с использованием фазового и амплитудного планирования.
Тема 4.2. Метод полиномиальных уравнений в синтезе регуляторов	Метод уравнения Диофанта. Синтез регулятора по заданному знаменателю замкнутой системы. Построение регулятора для обеспечения заданных динамических свойств. Примеры: синтез ПИД-регулятора, реализация в matlab.
Тема 4.3. Проектирование передаточной функции с заданным распределением корней	Построение желаемой передаточной функции. Связь между расположением корней и временными характеристиками. Синтез регулятора для получения заданных динамических свойств. Пример: проектирование системы с перерегулированием $\leq 10\%$ и временем регулирования $\leq 2$ сек.

## **Занятия семинарского типа (Практические занятия)**

Общие рекомендации по подготовке к семинарским занятиям. При подготовке к работе во время проведения занятий семинарского типа следует обратить внимание на следующие моменты: на процесс предварительной подготовки, на работу во время занятия, обработку полученных результатов, исправление полученных замечаний. Предварительная подготовка к учебному занятию семинарского типа заключается в изучении теоретического материала в отведенное для самостоятельной работы время, ознакомление с инструктивными материалами с целью осознания задач занятия.

Работа во время проведения занятия семинарского типа включает несколько моментов: а) консультирование обучающихся преподавателями с целью предоставления исчерпывающей информации, необходимой для самостоятельного выполнения предложенных преподавателем задач, б) самостоятельное выполнение заданий согласно обозначенной учебной программой тематики.

### **Раздел 1. Принцип действия современных систем управления**

#### Тема 1.1 Аксиоматические понятия теории управления

1. Анализ примеров реальных систем (дрон, манипулятор, термостат).
2. Построение структурных схем.
3. Определение входов, выходов, обратной связи.

#### Тема 1.2. Линейные системы автоматического управления

1. Линеаризация нелинейного уравнения (например, маятник, двигатель).
2. Работа с моделями в Simulink / MATLAB.
3. Проверка принципа суперпозиции.

#### Тема 1.3. Методы описания линейных систем: операторный метод

1. Расчёт передаточных функций по дифференциальным уравнениям.
2. Перевод временного описания в частотное.
3. RC-цепь, двигатель постоянного тока.

#### Тема 1.4. Структурные схемы систем управления

1. Составление схем из описания системы.
2. Обозначение сумматоров, звеньев, обратной связи.
3. Практическая работа: моделирование в Simulink.

#### Тема 1.5. Правила преобразования структурных схем

1. Упрощение структурных схем.
2. Вычисление общей передаточной функции.
3. Задачи на преобразование сложных соединений.

#### Тема 1.6. Временные характеристики линейных систем

1. Построение  $h(t)$  и  $w(t)$  по передаточной функции.
2. Моделирование отклика системы на ступенчатый и импульсный сигнал.
3. Анализ влияния корней на форму переходного процесса.

#### Тема 1.7. Частотные характеристики линейных систем

1. Построение частотных характеристик вручную и в программе.
2. Оценка запасов устойчивости.
3. Исследование влияния параметров регулятора на частотные показатели.

#### Тема 1.8. Типовые динамические звенья систем управления

1. Построение ЛАХ/ЛФХ для каждого типа звена.

2. Моделирование в Simulink (усилительное, апериодическое, колебательное звено и др.).
3. Определение звена по экспериментальной характеристике.

## **Раздел 2. Особенности протекающих процессов в современных системах управления**

### Тема 2.1. Понятие устойчивости линейной системы управления

1. Анализ устойчивости по корням характеристического уравнения.
2. Графический анализ устойчивости.
3. Примеры устойчивых и неустойчивых систем.

### Тема 2.2. Необходимые и достаточные условия устойчивости

1. Проверка условий устойчивости по коэффициентам уравнения.
2. Определение устойчивости по расположению полюсов.
3. Практические примеры: двигатели, приводы, сервоприводы.

### Тема 2.3. Алгебраический критерий устойчивости Гурвица

1. Составление матрицы Гурвица.
2. Вычисление главных миноров.
3. Системы 2–4 порядков.

### Тема 2.4. Частотные критерии устойчивости: Михайлова и Найквиста

1. Построение годографа Найквиста.
2. Анализ поведения годографа Михайлова.
3. Определение запасов устойчивости по графикам.

### Тема 2.5. Исследование робастной устойчивости

1. Введение интервальных параметров.
2. Анализ устойчивости при изменении характеристик объекта.
3. Использование круговых критериев и методов  $\mu$ -анализа (на уровне ознакомления).

### Тема 2.6. Понятие качества системы управления

1. Анализ качества по переходному процессу.
2. Связь между качеством и желаемыми техническими требованиями.
3. Точность, быстродействие, гладкость.

### Тема 2.7. Показатели качества линейных систем автоматического управления

1. Расчёт перерегулирования и времени регулирования.
2. Определение установившейся ошибки.
3. Сравнение качества систем по интегральным оценкам.

### Тема 2.8. Методы улучшения качества систем управления

1. Введение последовательного корректирующего устройства.
2. Настройка ПИД-регулятора под заданные показатели.
3. Проектирование системы с использованием желаемой ЛАХ.

## **Раздел 3. Принцип действия и особенности систем в виде уравнений движения.**

### Тема 3.1. Связь интегральных показателей качества с параметрами системы управления

1. Расчёт ISE, ITAE для различных настроек.
2. Сравнение качества регулирования.
3. Оптимизация одного параметра по интегральному критерию.

### Тема 3.2. Оптимизация параметров системы управления по критерию качества

1. Подбор коэффициентов ПИД-регулятора методом проб и ошибок.
2. Использование численных методов оптимизации.

### 3. Автоматическая настройка в Simulink / MATLAB.

#### Тема 3.3. Метод стандартных регуляторов и синтез систем управления по заданным показателям устойчивости и качества

1. Синтез регулятора под заданные динамические свойства.
2. Построение желаемой передаточной функции замкнутой системы.
3. Защита проекта: «Разработка системы управления с заданными показателями».

### Раздел 4. Принцип действия и особенности структурных схем.

#### Тема 4.1. Метод расчёта параметров системы в частотной области

1. Построение желаемой ЛАХ.
2. Коррекция системы для обеспечения запаса устойчивости.
3. Проектирование регулятора для следящего привода.

#### Тема 4.2. Метод полиномиальных уравнений в синтезе регуляторов

1. Решение уравнения Диофанта.
2. Синтез П-, ПИ-, ПД- и ПИД-регуляторов.
3. Проверка устойчивости и качества замкнутой системы.

#### Тема 4.3. Проектирование передаточной функции с заданным распределением корней

1. Определение желаемого расположения корней.
2. Синтез регулятора по заданной передаточной функции.
3. Построение и моделирование замкнутой системы.

### Раздел 5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Наряду с чтением лекций и проведением семинарских занятий неотъемлемым элементом учебного процесса является *самостоятельная работа*. При самостоятельной работе достигается конкретное усвоение учебного материала, развиваются теоретические способности, столь важные для успешной подготовки и защиты выпускной работы бакалавра. Формы самостоятельной работы, обучаемых могут быть разнообразными. Самостоятельная работа включает: изучение литературы, веб-ресурсов, оценку, обсуждение и рецензирование публикуемых статей; ответы на контрольные вопросы; решение задач; самотестирование. Выполнение всех видов самостоятельной работы увязывается с изучением конкретных тем.

#### Самостоятельная работа

Наименование разделов/тем	Виды занятий для самостоятельной работы
<b>5 семестр</b>	
Раздел 1. Принцип действия современных систем управления	
Тема 1.1 Аксиоматические понятия теории управления	- усвоение изучаемого материала по рекомендуемой учебной, учебно- методической и научной литературе и/или по конспекту лекции; - выполнение устных упражнений; - выполнение письменных упражнений и практических работ; - выполнение творческих работ; - участие в проведении научных экспериментов, исследований
Тема 1.2. Линейные системы автоматического управления	
Тема 1.3. Методы описания линейных систем: операторный метод	
Тема 1.4. Структурные схемы систем управления	
Тема 1.5. Правила преобразования структурных схем	
Тема 1.6. Временные характеристики линейных систем	

Тема 1.7. Частотные характеристики линейных систем	
Тема 1.8. Типовые динамические звенья систем управления	
<b>Раздел 2. Особенности протекающих процессов в современных системах управления</b>	
Тема 2.1. Понятие устойчивости линейной системы управления	<ul style="list-style-type: none"> <li>- усвоение изучаемого материала по рекомендуемой учебной, учебно- методической и научной литературе и/или по конспекту лекции;</li> <li>- выполнение устных упражнений;</li> <li>- выполнение письменных упражнений и практических работ;</li> <li>- выполнение творческих работ;</li> <li>- участие в проведении научных экспериментов, исследований</li> </ul>
Тема 2.2. Необходимые и достаточные условия устойчивости	
Тема 2.3. Алгебраический критерий устойчивости Гурвица	
Тема 2.4. Частотные критерии устойчивости: Михайлова и Найквиста	
Тема 2.5. Исследование робастной устойчивости	
Тема 2.6. Понятие качества системы управления	
Тема 2.7. Показатели качества линейных систем автоматического управления	
Тема 2.8. Методы улучшения качества систем управления	
<b>6 семестр</b>	
<b>Раздел 3. Принцип действия и особенности систем в виде уравнений движения.</b>	
Тема 3.1. Связь интегральных показателей качества с параметрами системы управления	<ul style="list-style-type: none"> <li>- усвоение изучаемого материала по рекомендуемой учебной, учебно- методической и научной литературе и/или по конспекту лекции;</li> <li>- выполнение устных упражнений;</li> <li>- выполнение письменных упражнений и практических работ;</li> <li>- выполнение творческих работ;</li> <li>- участие в проведении научных экспериментов, исследований</li> </ul>
Тема 3.2. Оптимизация параметров системы управления по критерию качества	
Тема 3.3. Метод стандартных регуляторов и синтез систем управления по заданным показателям устойчивости и качества	
<b>Раздел 4. Принцип действия и особенности структурных схем.</b>	
Тема 4.1. Метод расчёта параметров системы в частотной области	<ul style="list-style-type: none"> <li>- усвоение изучаемого материала по рекомендуемой учебной, учебно- методической и научной литературе и/или по конспекту лекции;</li> <li>- выполнение устных упражнений;</li> <li>- выполнение письменных упражнений и практических работ;</li> <li>- выполнение творческих работ;</li> <li>- участие в проведении научных экспериментов, исследований</li> </ul>
Тема 4.2. Метод полиномиальных уравнений в синтезе регуляторов	
Тема 4.3. Проектирование передаточной функции с заданным распределением корней	

### 5.1. Примерная тематика эссе<sup>1</sup>

1. Почему будущий инженер-мехатронщик должен знать основы теории управления?
2. Роль автоматизации в современном мире: от промышленности до бытовой техники
3. Как теория управления влияет на развитие автономных систем и роботов?
4. Зачем нужны передаточные функции и как они помогают в анализе систем?
5. Структурные схемы: графический язык управления или лишний этап?

<sup>1</sup> Перечень тем не является исчерпывающим. Обучающийся может выбрать иную тему по согласованию с преподавателем.

6. Преобразование Лапласа: сложно или просто? Как его использовать в инженерной практике
7. Связь временных и частотных характеристик: почему она важна для проектирования систем
8. Типовые динамические звенья: база для создания сложных регуляторов
9. Устойчивость — что это и зачем она нужна?
10. Критерий Найквиста: почему он работает и как им пользоваться?
11. Запасы устойчивости: как их повысить и зачем это нужно?
12. Что такое «качество» системы управления и как его оценить?
13. Перерегулирование и время регулирования: компромиссы в управлении
14. Можно ли улучшить качество управления без потери устойчивости?
15. Оптимизация параметров регулятора: зачем она нужна и как её проводить?
16. Интегральные критерии качества: ISE, ITAE, IAE — что выбрать?
17. Как желаемые характеристики помогают при проектировании систем управления?
18. Системы с заданным распределением корней: возможно ли это в реальности?
19. Как система управления влияет на работу мобильного робота?
20. Автоматическое управление дроном: как обеспечить стабильность полёта?
21. Следящие системы: где применяются и как работают?
22. Управление шаговым двигателем: особенности и проблемы
23. Системы управления в автономных автомобилях: какие требования предъявляются?
24. Как развивалась теория управления от Ватта до ИИ?
25. Робастное управление: когда оно необходимо и почему оно сложно?

## 5.2. Примерные задания для самостоятельной работы

Наименование разделов/тем	Тип задания
<p><b>Раздел 1. Принцип действия современных систем управления</b></p> <p>Тема 1.1 Аксиоматические понятия теории управления</p> <p>Тема 1.2. Линейные системы автоматического управления</p> <p>Тема 1.3. Методы описания линейных систем: операторный метод</p> <p>Тема 1.4. Структурные схемы систем управления</p> <p>Тема 1.5. Правила преобразования структурных схем</p> <p>Тема 1.6. Временные характеристики линейных систем</p> <p>Тема 1.7. Частотные характеристики линейных систем</p> <p>Тема 1.8. Типовые динамические звенья систем управления</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Составить таблицу сравнения принципов управления: разомкнутого, замкнутого, комбинированного. Привести примеры замкнутых и разомкнутых систем в области мехатроники.</li> <li>2. Записать общий вид дифференциального уравнения линейной стационарной системы. Выполнить линеаризацию нелинейного уравнения около точки установившегося состояния.</li> <li>3. Вывести из дифференциального уравнения передаточную функцию системы. Рассчитать выходной сигнал системы с известной передаточной функцией при заданном входе.</li> <li>4. Построить структурную схему простой САУ (например, регулятор скорости двигателя). Привести примеры реальных систем с соответствующими структурными схемами.</li> <li>5. Выполнить эквивалентные преобразования заданной структурной схемы (последовательное, параллельное соединение, перенос сумматоров и узлов). Проверить результат с помощью программного моделирования (Simulink или другого пакета).</li> <li>6. Построить графики <math>h(t)</math> и <math>w(t)</math> вручную и с помощью MATLAB/Python. Определить показатели качества: время нарастания, время регулирования, перерегулирование.</li> </ol>

	<p>7. Построить графики этих характеристик вручную и с использованием программного обеспечения. Определить коэффициент усиления системы на разных частотах.</p> <p>8. Перечислить основные типовые динамические звенья: инерционное, колебательное, дифференцирующее, интегрирующее и др. Привести примеры физических устройств, соответствующих каждому звену.</p>
<p><b>Раздел 2. Особенности протекающих процессов в современных системах управления</b></p> <p>Тема 2.1. Понятие устойчивости линейной системы управления</p> <p>Тема 2.2. Необходимые и достаточные условия устойчивости</p> <p>Тема 2.3. Алгебраический критерий устойчивости Гурвица</p> <p>Тема 2.4. Частотные критерии устойчивости: Михайлова и Найквиста</p> <p>Тема 2.5. Исследование робастной устойчивости</p> <p>Тема 2.6. Понятие качества системы управления</p> <p>Тема 2.7. Показатели качества линейных систем автоматического управления</p> <p>Тема 2.8. Методы улучшения качества систем управления</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Привести примеры устойчивых и неустойчивых систем из практики мехатроники. Описать влияние начальных условий на поведение системы.</li> <li>2. Привести примеры уравнений с различным расположением корней и проанализировать их устойчивость. Составить таблицу: вид корней – тип переходного процесса – устойчивость.</li> <li>3. Для заданного характеристического уравнения составить определитель Гурвица. Вычислить миноры и проверить условие устойчивости.</li> <li>4. Построить годограф Михайлова для заданной передаточной функции и сделать вывод об устойчивости. Построить АФЧХ разомкнутой системы и применить критерий Найквиста для оценки устойчивости замкнутой системы.</li> <li>5. Рассчитать запасы устойчивости по модулю и фазе для заданной системы. Показать, как изменение параметров объекта влияет на устойчивость</li> <li>6. Объяснить связь между качеством управления и надежностью системы. Составить таблицу: тип управления – требования к качеству – используемые показатели.</li> <li>7. Построить график переходного процесса. Сравнить показатели качества двух систем с разными передаточными функциями.</li> <li>8. Построить ЛАХ и ЛФХ исходной и скорректированной системы. Определить, как изменились показатели качества после коррекции</li> </ol>

<p><b>Раздел 3. Принцип действия и особенности систем в виде уравнений движения.</b>          Тема 3.1. Связь интегральных показателей качества с параметрами системы управления          Тема 3.2. Оптимизация параметров системы управления по критерию качества          Тема 3.3. Метод стандартных регуляторов и синтез систем управления по заданным показателям устойчивости и качества</p>	<p>1. Построить графики зависимости выбранных критериев от параметра. Сделать выводы о применимости интегральных критериев в проектировании мехатронных систем.          2. Построить график зависимости целевой функции от одного из параметров. Сформулировать рекомендации по применению данного подхода в реальных мехатронных системах.          3. Синтезировать систему управления по желаемым показателям:          Время регулирования <math>\leq T_p</math>          Перерегулирование <math>\leq \sigma\%</math>          Запас устойчивости по фазе <math>\geq \Delta\varphi</math></p>
<p><b>Раздел 4. Принцип действия и особенности структурных схем.</b>          Тема 4.1. Метод расчёта параметров системы в частотной области          Тема 4.2. Метод полиномиальных уравнений в синтезе регуляторов          Тема 4.3. Проектирование передаточной функции с заданным распределением корней</p>	<p>1. Выбрать желаемую ЛАХ системы, исходя из заданных требований к качеству:          Время регулирования <math>\leq T_p</math>          Перерегулирование <math>\leq \sigma\%</math>          Запас устойчивости по фазе <math>\geq \Delta\varphi</math>          2. Используя уравнение Диофантова типа:  <math>A(s)L(s)+B(s)M(s)=C(s)</math>,          где: <math>A(s)</math>, <math>B(s)</math> — знаменатель и числитель передаточной функции объекта, <math>L(s)</math>, <math>M(s)</math> — неизвестные полиномы регулятора, <math>C(s)</math> — желаемый полином, найти передаточную функцию регулятора.          3. Для заданного объекта управления спроектировать регулятор, обеспечивающий получение желаемого полинома замкнутой системы.</p>

### 5.3. Тематика курсовых работ (проектов)

1. Анализ и синтез системы регулирования скорости двигателя постоянного тока
2. Проектирование системы управления положением шагового двигателя
3. Система стабилизации двухкоординатной платформы (например, гиростабилизатор)
4. Управление мобильным роботом с инвертированным маятником (робот типа Segway)
5. Сравнительный анализ методов коррекции линейных систем управления
6. Синтез системы управления с использованием желаемых логарифмических частотных характеристик (ЛЧХ)
7. Синтез регулятора методом размещения полюсов
8. Применение полиномиального метода в синтезе регуляторов
9. Исследование влияния параметров объекта на качество и устойчивость САУ
10. Исследование робастной устойчивости системы управления
11. Проектирование контура управления промышленным манипулятором
12. Сравнение классических и современных методов управления (ПИД и адаптивное управление)
13. Синтез системы управления с заданными показателями качества (по интегральным критериям)
14. Разработка системы управления уровнем жидкости в резервуаре
15. Синтез цифрового регулятора для линейной системы
16. Исследование автоколебаний в нелинейной системе управления
17. Управление температурой в тепловом контуре
18. Синтез системы управления с использованием наблюдателя состояния (фильтр Калмана)
19. Система управления дроном (БПЛА) по углу тангажа/рысканья

20. Сравнение частотных и временных методов анализа САУ
21. Система управления сервоприводом с заданными показателями качества
22. Управление линейным электродвигателем (линейной машиной)
23. Синтез системы управления с компенсацией возмущений
24. Сравнение аналогового и цифрового управления в типовой мехатронной системе
25. Проектирование системы управления с использованием наблюдателя состояния
26. Синтез регулятора для неустойчивого объекта (например, перевёрнутый маятник)
27. Управление системой с запаздыванием
28. Применение оптимального управления (LQR) в мехатронных системах
29. Синтез адаптивного регулятора для системы с изменяющимися параметрами
30. Система управления с ограничениями на сигналы (насыщение, ограничение скорости)
31. Синтез многоконтурной системы управления (например, положение + скорость)
32. Управление мобильным роботом с дифференциальным приводом
33. Синтез системы управления с использованием метода корневого годографа
34. Сравнение частотных критериев устойчивости: Найквиста, Михайлова, Боде
35. Управление системой с несколькими входами и выходами (MIMO)
36. Синтез регулятора для системы с переменной структурой (скользящие режимы)
37. Управление системой с неопределенностью параметров методом D-разбиений
38. Сравнение методов управления: классическое ПИД и современное MPC
39. Синтез системы управления с минимальной чувствительностью к внешним возмущениям
40. Система управления с предиктивным алгоритмом (MPC)

**Раздел 6. Оценочные и методические материалы по образовательной программе (фонд оценочных средств) для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

**6.1. Форма промежуточной аттестации обучающегося по учебной дисциплине**

В процессе освоения учебной дисциплины для оценивания сформированности требуемых компетенций используются оценочные материалы (фонды оценочных средств), представленные в таблице

Планируемые результаты, характеризующие этапы формирования компетенции	Содержание учебного материала	Примеры контрольных вопросов и заданий для оценки знаний, умений, владений
<b>ОПК-12 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</b>		
ИОПК-12.1.	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ИОПК-12.2.	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ИОПК-12.3	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
<b>ПК-1 Способен составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов, и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники</b>		
ИПК-1.1.	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ИПК-1.2.	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины

ИПК-1.3	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
---------	---	---

## 6.2. Типовые вопросы и задания

### Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации

1. Основные понятия и определения теории управления.
2. Классификация систем управления.
3. Системный подход в описании процессов управления.
4. Принципы обратной связи и их роль в системах автоматического управления.
5. Определение линейных систем автоматического управления.
6. Принцип суперпозиции и его применение.
7. Классификация линейных систем (стационарные, нестационарные, непрерывные, дискретные).
8. Уравнения состояния линейных систем.
9. Преобразование Лапласа и его применение в анализе систем управления.
10. Передаточная функция системы.
11. Операторное представление дифференциальных уравнений.
12. Связь между временной и операторной формами описания систем.
13. Понятие структурной схемы.
14. Типовые элементы структурных схем: звенья, сумматоры, точки разветвления.
15. Виды соединений звеньев: последовательное, параллельное, с обратной связью.
16. Представление систем управления в виде структурных схем.
17. Эквивалентные преобразования структурных схем.
18. Упрощение структурных схем при различных типах соединений.
19. Перенос узлов и сумматоров.
20. Замена многоконтурных схем на одноконтурные.
21. Переходная и весовая функции линейных систем.
22. Импульсное и ступенчатое воздействие на систему.
23. Связь временных характеристик с передаточной функцией.
24. Анализ поведения систем во временной области.
25. Амплитудно-фазовая частотная характеристика (АФЧХ).
26. Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) и фазо-частотная характеристика (ФЧХ).
27. Логарифмические амплитудно- и фазо-частотные характеристики (ЛАЧХ и ЛФЧХ).
28. Графическое представление частотных характеристик.
29. Классификация типовых динамических звеньев.
30. Передаточные функции и частотные характеристики инерционного, колебательного, интегрирующего, дифференцирующего и запаздывающего звеньев.
31. Реакция типовых звеньев на стандартные входные сигналы.
32. Составление моделей сложных систем из типовых звеньев.
33. Определение устойчивости систем управления.
34. Устойчивость по Ляпунову.
35. Роль начальных условий и внешних возмущений в исследовании устойчивости.
36. Влияние параметров системы на её устойчивость.
37. Корневой критерий устойчивости.
38. Расположение корней характеристического уравнения на комплексной плоскости.
39. Влияние полюсов передаточной функции на устойчивость системы.
40. Связь между свободной составляющей переходного процесса и устойчивостью.
41. Формирование матрицы Гурвица по коэффициентам характеристического уравнения.
42. Условия положительности главных миноров матрицы Гурвица.
43. Применение критерия Гурвица для анализа устойчивости систем.
44. Ограничения алгебраических критериев устойчивости.
45. Формулировка критерия Михайлова.

45. Построение годографа Михайлова и его анализ.
46. Критерий Найквиста для замкнутых систем по разомкнутым характеристикам.
47. Исследование устойчивости систем с запаздыванием.
48. Понятие робастности и её значение в системах управления.
49. Устойчивость при наличии неопределённостей в параметрах системы.
50. Методы анализа робастной устойчивости.
51. Применение кругового критерия и интервальных методов.
52. Основные показатели качества систем управления.
53. Статическая точность и динамические свойства системы.
54. Влияние параметров системы на качество регулирования.
55. Качество управления при различных типах входных воздействий.
56. Время регулирования и перерегулирование.
57. Установившаяся ошибка системы.
58. Интегральные оценки качества (линейная, квадратичная).
59. Связь между частотными и временными показателями качества.
60. Введение корректирующих устройств: последовательных, параллельных, обратных связей.
61. Компенсация динамических свойств системы.
62. Синтез корректирующих звеньев по желаемым ЛАЧХ.
63. Применение ПИД-регуляторов и их настройка.

#### **Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации**

1. Интегральные оценки качества переходных процессов (линейная, квадратичная, модифицированные).
2. Влияние параметров передаточной функции на значения интегральных показателей.
3. Физический смысл интегральных критериев качества.
4. Использование интегральных оценок для сравнения различных систем управления.
5. Постановка задачи оптимизации параметров систем управления.
6. Классификация критериев оптимальности: точность, быстродействие, энергоэффективность.
7. Методы однопараметрической и многопараметрической оптимизации.
8. Примеры оптимизации параметров ПИД-регулятора по интегральным критериям.
9. Общие принципы синтеза систем управления.
10. Типовые алгоритмы регулирования: П-, ПИ-, ПД-, ПИД-законы управления.
11. Синтез систем с использованием стандартных частотных характеристик.
12. Назначение желаемой ЛАЧХ и её связь с показателями качества и устойчивости.
13. Анализ и синтез систем управления в логарифмических координатах.
14. Расчёт параметров корректирующих устройств по желаемым ЛАЧХ и ЛФЧХ.
15. Учет запасов устойчивости по амплитуде и фазе при проектировании систем.
16. Особенности применения частотных методов для систем с запаздыванием.
17. Постановка задачи синтеза регулятора с использованием полиномиального подхода.
18. Уравнение Диофанта в теории управления.
19. Алгебраическая теория компенсации нулей и полюсов системы.
20. Реализация регуляторов на основе полиномиальных уравнений.
21. Задача размещения полюсов замкнутой системы управления.
22. Связь расположения корней характеристического уравнения с качеством переходного процесса.
23. Методы синтеза регуляторов для достижения желаемого распределения корней.
24. Применение метода размещения полюсов в системах с заданными динамическими характеристиками.

### **6.3. Примерные тестовые задания**

Полный банк тестовых заданий для проведения компьютерного тестирования находятся в электронной информационной образовательной среде и включает более 60 заданий, из которых в случайном порядке формируется тест, состоящий из 20 заданий.

Компетенции	Типовые вопросы и задания
<p><b>ОПК-12</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какой принцип лежит в основе работы замкнутой системы управления?               <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Принцип жёсткой связи</li> <li>b) Принцип обратной связи</li> <li>c) Принцип открытого контура</li> <li>d) Принцип неопределенности</li> </ol> </li> <li>2. Что представляет собой передаточная функция системы?               <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Отношение преобразования Фурье выходного сигнала к входному</li> <li>b) Отношение преобразования Лапласа выходного сигнала к входному при нулевых начальных условиях</li> <li>c) Интеграл от весовой функции</li> <li>d) Дифференциальное уравнение первого порядка</li> </ol> </li> <li>3. Какой график строится при анализе ЛАЧХ системы?               <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Амплитуда — время</li> <li>b) Амплитуда — частота в логарифмических координатах</li> <li>c) Фаза — амплитуда</li> <li>d) Время — фаза</li> </ol> </li> <li>4. Годограф Найквиста используется для:               <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Определения временных характеристик системы</li> <li>b) Оценки устойчивости замкнутой системы по разомкнутой</li> <li>c) Синтеза ПИД-регулятора</li> <li>d) Расчёта установившейся ошибки</li> </ol> </li> <li>5. Какой показатель качества определяется как отношение максимального отклонения к установившемуся значению?               <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Время регулирования</li> <li>b) Перерегулирование</li> <li>c) Запас устойчивости по фазе</li> <li>d) Коэффициент затухания</li> </ol> </li> <li>6. Для чего используется желаемая ЛАЧХ при синтезе корректирующих устройств?               <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Для упрощения структурной схемы</li> <li>b) Для задания требуемых запасов устойчивости и качества регулирования</li> <li>c) Для исключения интеграторов в системе</li> <li>d) Для уменьшения количества звеньев</li> </ol> </li> <li>7. Какое преобразование используется для анализа дискретных систем управления?               <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Преобразование Фурье</li> <li>b) z-преобразование</li> <li>c) Интегральное преобразование</li> <li>d) Дельта-преобразование</li> </ol> </li> </ol>
<p><b>ПК-1</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какой закон используется при моделировании потоков жидкости в гидросистемах?               <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Закон Паскаля</li> <li>b) Закон Архимеда</li> <li>c) Закон сохранения массы</li> <li>d) Закон всемирного тяготения</li> </ol> </li> <li>2. Какой метод используется для моделирования цифровых регуляторов?</li> </ol>

	a) Метод конечных разностей b) Метод контурного интегрирования c) Метод z-преобразования d) Метод Фурье 3. Какой сигнал чаще всего используется для описания дискретных процессов в микроконтроллерах? a) Аналоговый сигнал b) Импульсный сигнал c) Цифровой сигнал (двоичный) d) Синусоидальный сигнал 4. Что такое передаточная функция цифрового фильтра? a) Отношение выходного сигнала к входному в области z-преобразования b) Произведение входного и выходного сигналов c) Разность между выходным и входным сигналом d) Линейная комбинация состояний 5. Какой подход используется при создании модели многодоменной системы (например, электромеханогидравлической)? a) Агрегатный b) Мультитело c) Мультифизический d) Параллельный 6. На основе каких уравнений строится модель мехатронной системы с несколькими степенями свободы? a) Уравнений Ньютона b) Уравнений Эйлера–Лагранжа c) Уравнений Максвелла d) Уравнений теплопередачи
--	---

## 6.4. Оценочные шкалы

### 6.4.1. Оценивание текущего контроля

Целью проведения текущего контроля является достижение уровня результатов обучения в соответствии с индикаторами компетенций.

Текущий контроль может представлять собой письменные индивидуальные задания состоящие из 3-5 вопросов или в форме тестовых заданий по изученным темам до проведения промежуточной аттестации. Рекомендованный планируемый период проведения текущего контроля за 3 недели до промежуточной аттестации.

#### Шкала оценивания при тестировании

Оценка	Критерии выставления оценки
Зачтено	Количество верных ответов в интервале: 71-100%
Не зачтено	Количество верных ответов в интервале: 0-70%

#### Шкала оценивания при письменной работе

Оценка	Критерии выставления оценки
Зачтено	обучающийся должен: - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
Не зачтено	обучающийся демонстрирует: - незнание значительной части программного материала;

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- не владение понятийным аппаратом дисциплины;</li> <li>- существенные ошибки при изложении учебного материала;</li> <li>- неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;</li> <li>- неумение делать выводы по излагаемому материалу</li> </ul>
--	--

#### **6.4.2. Оценка самостоятельной письменной работы (контрольной работы, эссе)**

При оценке учитывается:

1. Правильность оформления
2. Уровень сформированности компетенций.
3. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
4. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
5. Логика, структура и грамотность изложения письменной работы.
6. Полнота изложения материала (раскрытие всех вопросов)
7. Использование необходимых источников.
8. Умение связать теорию с практикой.
9. Умение делать обобщения, выводы.

#### **Шкала оценивания контрольной работы и эссе**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии выставления оценки</b>
Зачтено	Обучающийся должен: <ul style="list-style-type: none"> <li>- продемонстрировать общее знание изучаемого материала;</li> <li>- показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины;</li> <li>- уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;</li> <li>- знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.</li> </ul>
Не зачтено	Обучающийся демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"> <li>- незнание значительной части программного материала;</li> <li>- не владение понятийным аппаратом дисциплины;</li> <li>- существенные ошибки при изложении учебного материала;</li> <li>- неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;</li> <li>- неумение делать выводы по излагаемому материалу</li> </ul>

#### **6.4.3. Оценка ответов на вопросы и выполнения заданий промежуточной аттестации**

При оценке знаний учитывается уровень сформированности компетенций:

1. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
2. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
3. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
4. Умение связать теорию с практикой.
5. Умение делать обобщения, выводы.

#### **Шкала оценивания на экзамене, зачете с оценкой**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии выставления оценки</b>
Отлично	Обучающийся должен: <ul style="list-style-type: none"> <li>- продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал;</li> <li>- правильно формулировать определения;</li> <li>- продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой;</li> <li>- уметь сделать выводы по излагаемому материалу.</li> </ul>
Хорошо	<p>Обучающийся должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- продемонстрировать достаточно полное знание программного материала;</li> <li>- продемонстрировать знание основных теоретических понятий;</li> <li>- достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал;</li> <li>- продемонстрировать умение ориентироваться в литературе;</li> <li>- уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.</li> </ul>
Удовлетворительно	<p>Обучающийся должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- продемонстрировать общее знание изучаемого материала;</li> <li>- показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины;</li> <li>- уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;</li> <li>- знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.</li> </ul>
Неудовлетворительно	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- незнание значительной части программного материала;</li> <li>- не владение понятийным аппаратом дисциплины;</li> <li>- существенные ошибки при изложении учебного материала;</li> <li>- неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;</li> <li>- неумение делать выводы по излагаемому материалу.</li> </ul>

#### **Шкала оценивания на зачете**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии выставления оценки</b>
Зачтено	Обучающийся должен: уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; продемонстрировать прочное, достаточно полное усвоение знаний программного материала; продемонстрировать знание основных теоретических понятий; правильно формулировать определения; последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
Не зачтено	Обучающийся демонстрирует: незнание значительной части программного материала; не владение понятийным аппаратом дисциплины; существенные ошибки при изложении учебного материала; неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; неумение делать выводы по излагаемому материалу.

#### **6.4.4. Тестирование**

##### **Шкала оценивания**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии выставления оценки</b>
Отлично	Количество верных ответов в интервале: 71-100%

Хорошо	Количество верных ответов в интервале: 56-70%
Удовлетворительно	Количество верных ответов в интервале: 41-55%
Неудовлетворительно	Количество верных ответов в интервале: 0-40%
Зачтено	Количество верных ответов в интервале: 41-100%
Не зачтено	Количество верных ответов в интервале: 0-40%

### **6.5. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания сформированных компетенций в соответствии с ООП**

Качество знаний характеризуется способностью обучающегося точно, структурированно и уместно воспроизводить информацию, полученную в процессе освоения дисциплины, в том виде, в котором она была изложена в учебном издании или преподавателем.

Умения, как правило, формируются на занятиях семинарского типа. Задания, направленные на оценку умений, в значительной степени требуют от обучающегося проявления стереотипности мышления, т.е. способности выполнить работу по образцам, с которыми он работал в процессе обучения. Преподаватель же оценивает своевременность и правильность выполнения задания.

Навыки можно трактовать как автоматизированные умения, развитые и закрепленные осознанным самостоятельным трудом. Навыки формируются при самостоятельном выполнении обучающимися практико-ориентированных заданий, моделирующих решение им производственных и социокультурных задач в соответствующей области профессиональной деятельности, как правило, при выполнении домашних заданий, курсовых проектов (работ), научно-исследовательских работ, прохождении практик, при работе индивидуально или в составе группы и т.д.

Устный опрос – это процедура, организованная как специальная беседа преподавателя с группой обучающихся (фронтальный опрос) или с отдельными обучающимися (индивидуальный опрос) с целью оценки сформированности у них основных понятий и усвоения учебного материала. Устный опрос может использоваться как вид контроля и метод оценивания формируемых компетенций (как и качества их формирования) в рамках самых разных форм контроля, таких как: собеседование, коллоквиум, зачет, экзамен по дисциплине. Устный опрос (УО) позволяет оценить знания и кругозор обучающегося, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки. УО обладает большими возможностями воспитательного воздействия преподавателя. Воспитательная функция УО имеет ряд важных аспектов: профессионально-этический и нравственный аспекты, дидактический (систематизация материала при ответе, лучшее запоминание материала при интеллектуальной концентрации), эмоциональный (радость от успешного прохождения собеседования) и др. Обучающая функция УО состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту или экзамену. УО обладает также мотивирующей функцией: правильно организованные собеседование, коллоквиум, зачёт и экзамен могут стимулировать учебную деятельность студента, его участие в научной работе.

Тесты являются простейшей формой контроля, направленной на проверку владения терминологическим аппаратом, современными информационными технологиями и конкретными знаниями в области фундаментальных и прикладных дисциплин. Тест может предоставлять возможность выбора из перечня ответов (один или несколько правильных ответов).

Семинарские занятия. Основное назначение семинарских занятий по дисциплине – обеспечить глубокое усвоение обучающимися материалов лекций, прививать навыки самостоятельной работы с литературой, воспитывать умение находить оптимальные решения в условиях изменяющихся отношений, формировать современное профессиональное мышление обучающихся. На семинарских занятиях преподаватель проверяет выполнение самостоятельных заданий и качество усвоения знаний, умений, определяет уровень сформированности компетенций.

Коллоквиум может служить формой не только проверки, но и повышения производительности труда студентов. На коллоквиумах обсуждаются отдельные части, разделы,

темы, вопросы изучаемого курса, обычно не включаемые в тематику семинарских и других практических учебных занятий, а также рефераты, проекты и иные работы обучающихся.

Доклад, сообщение – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Контрольная работа – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Профессионально-ориентированное эссе – это средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной проблемы, самостоятельно проводить анализ этой проблемы с использованием аналитического инструментария соответствующей дисциплины, делать выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной профессионально-ориентированной проблеме.

Реферат – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Ситуационный анализ (кейс) – это комплексный анализ ситуации, имевший место в реальной практике профессиональной деятельности специалистов. Комплексный анализ включает в себя следующие составляющие: причинно-следственный анализ (установление причин, которые привели к возникновению данной ситуации, и следствий ее развертывания), системный анализ (определение сущностных предметно-содержательных характеристик, структуры ситуации, ее функций и др.), ценностно-мотивационный анализ (построение системы оценок ситуации, ее составляющих, выявление мотивов, установок, позиций действующих лиц); прогностический анализ (разработка перспектив развития событий по позитивному и негативному сценарию), рекомендательный анализ (выработка рекомендаций относительно поведения действующих лиц ситуации), программно-целевой анализ (разработка программ деятельности для разрешения данной ситуации).

Творческое задание – это частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения интегрировать знания различных научных областей, аргументировать собственную точку зрения, доказывать правильность своей позиции. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.

Деловая и/или ролевая игра – совместная деятельность группы обучающихся и преподавателя под управлением преподавателя с целью решения учебных и профессионально-ориентированных задач путем игрового моделирования реальной проблемной ситуации. Позволяет оценивать умение анализировать и решать типичные профессиональные задачи.

«Круглый стол», дискуссия – интерактивные оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения. Занятие может проводить по традиционной (контактной) технологии, либо с использованием телекоммуникационных технологий.

Проект – конечный профессионально-ориентированный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.

## **Раздел 7. Методические указания для обучающихся по основанию дисциплины**

Освоение обучающимся учебной дисциплины предполагает изучение материалов дисциплины на аудиторных занятиях и в ходе самостоятельной работы. Аудиторные занятия проходят в форме лекций, семинаров и практических занятий. Самостоятельная работа включает разнообразный комплекс видов и форм работы обучающихся.

Для успешного освоения учебной дисциплины и достижения поставленных целей необходимо внимательно ознакомиться с настоящей рабочей программой учебной дисциплины. Следует обратить внимание на список основной и дополнительной литературы, которая имеется в электронной библиотечной системе Университета. Эта информация необходима для самостоятельной работы обучающегося.

При подготовке к аудиторным занятиям необходимо помнить особенности каждой формы его проведения.

Подготовка к учебному занятию лекционного типа. С целью обеспечения успешного обучения обучающийся должен готовиться к лекции, поскольку она является важнейшей формой организации учебного процесса, поскольку: знакомит с новым учебным материалом; разъясняет учебные элементы, трудные для понимания; систематизирует учебный материал; ориентирует в учебном процессе.

С этой целью: внимательно прочитайте материал предыдущей лекции; ознакомьтесь с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям с темой прочитанной лекции; внесите дополнения к полученным ранее знаниям по теме лекции на полях лекционной тетради; запишите возможные вопросы, которые вы зададите лектору на лекции по материалу изученной лекции; постарайтесь уяснить место изучаемой темы в своей подготовке; узнайте тему предстоящей лекции (по тематическому плану, по информации лектора) и запишите информацию, которой вы владеете по данному вопросу

Предварительная подготовка к учебному занятию семинарского типа заключается в изучении теоретического материала в отведенное для самостоятельной работы время, ознакомление с инструктивными материалами с целью осознания задач занятия.

Самостоятельная работа. Для более углубленного изучения темы задания для самостоятельной работы рекомендуется выполнять параллельно с изучением данной темы. При выполнении заданий по возможности используйте наглядное представление материала.

Подготовка к зачету, экзамену. К зачету, экзамену необходимо готовится целенаправленно, регулярно, систематически и с первых дней обучения по данной дисциплине. Попытки освоить учебную дисциплину в период зачетно-экзаменационной сессии, как правило, приносят не слишком удовлетворительные результаты. При подготовке к зачету обратите внимание на защиту практических заданий на основе теоретического материала. При подготовке к экзамену по теоретической части выделите в вопросе главное, существенное (понятия, признаки, классификации и пр.), приведите примеры, иллюстрирующие теоретические положения.

### **7.1. Методические рекомендации по написанию эссе**

Эссе (от французского *essai* – опыт, набросок) – жанр научно-публицистической литературы, сочетающей подчеркнуто-индивидуальную позицию автора по конкретной проблеме.

Главными особенностями, которые характеризуют эссе, являются следующие положения:

- собственная позиция обязательно должна быть аргументирована и подкреплена ссылками на источники, авторитетные точки зрения и базироваться на фундаментальной науке. Небольшой объем (4–6 страниц), с оформленным списком литературы и сносками на ее использование;
- стиль изложения – научно-исследовательский, требующий четкой, последовательной и логичной системы доказательств; может отличаться образностью, оригинальностью, афористичностью, свободным лексическим составом языка;
- исследование ограничивается четкой, лаконичной проблемой с выявлением противоречий и разрешением этих противоречий в данной работе.

### **7.2. Методические рекомендации по использованию кейсов**

Кейс-метод (Case study) – метод анализа реальной ситуации, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Кейс как метод оценки компетенций должен удовлетворять следующим требованиям:

- соответствовать четко поставленной цели создания;
- иметь междисциплинарный характер;
- иметь достаточный объем первичных и статистических данных;
- иметь соответствующий уровень сложности, иллюстрировать типичные ситуации, иметь актуальную проблему, позволяющую применить разнообразные методы анализа при поиске решения, иметь несколько решений.

Кейс-метод оказывает содействие развитию умения решать проблемы с учетом конкретных условий и при наличии фактической информации. Он развивает такие квалификационные характеристики, как способность к проведению анализа и диагностики проблем, умение четко формулировать и высказывать свою позицию, умение общаться, дискутировать, воспринимать и оценивать информацию, которая поступает в вербальной и невербальной форме.

### **7.3. Требования к компетентностно-ориентированным заданиям для демонстрации выполнения профессиональных задач**

Компетентностно-ориентированное задание – это всегда практическое задание, выполнение которого нацелено на демонстрирование доказательств наличия у обучающихся общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, знаний, умений, необходимых для будущей профессиональной деятельности.

Компетентностно-ориентированные задания бывают разных видов:

- направленные на подготовку конкретного практико-ориентированного продукта (анализ документов, текстов, критика, разработка схем и др.);
- аналитического и диагностического характера, направленные на анализ различных аспектов и проблем;
- связанные с выполнением основных профессиональных функций (выполнение конкретных действий в рамках вида профессиональной деятельности, например, формулирование целей миссии, и т. п.).

## **Раздел 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### ***Основная литература<sup>2</sup>***

1. Федотов, А. В. Основы теории автоматического управления: учебное пособие / А. В. Федотов. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 279 с. — ISBN 978-5-4497-3622-2. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/142817.html>

2. Ковалёв, Д. А. Теория автоматического управления: учебное пособие / Д. А. Ковалёв, В. А. Шаряков, О. Л. Шарякова. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2020. — 80 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/118417.html>

### ***Дополнительная литература<sup>3</sup>***

1. Учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы по дисциплине Теория автоматического управления / составители С. Е. Федоров. — Москва: Московский технический университет связи и информатики, 2016. — 28 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/61554.html>

2. Барметов, Ю. П. Теория автоматического управления (Курсовое проектирование): учебное пособие / Ю. П. Барметов, Е. А. Балашова, А. Н. Гаврилов. — Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2020. — 108 с. — ISBN 978-5-00032-467-

---

<sup>2</sup> Из ЭБС

<sup>3</sup> Из ЭБС

7. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/106453.html>

### **8.1. Требования к материально-техническому и учебно-методическому обеспечению программы бакалавриата**

8.1.1. Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей). В Университете имеются специализированные аудитории для проведения занятий по информационным технологиям.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде Университета.

**Электронная информационно-образовательная среда Университета включает:**

1. Официальный сайт Университета (<https://www.iile.ru/>)
2. Электронная информационно-образовательная среда «1С: Университет» договор от 10.09.2018 г. №ПРКТ-18281 (бессрочно)
3. Программы для ЭВМ. Система дистанционного обучения «Mirapolis» - Лицензионный договор №107/06/24-к от 27.06.2024 (Спецификация к Лицензионному договору №107/06/24-к от 27.06.2024, срок действия с 02.07.2025 по 01.07.2026 г.) <https://impe.lms.mirapolis.ru/mira/>
4. Программа для ЭВМ. Виртуальная комната «Mirapolis» - Лицензионный договор №107/06/24-к от 27.06.2024 (Спецификация к Лицензионному договору №107/06/24-к от 27.06.2024, срок действия с 02.07.2025 по 01.07.2026 г.) <https://impe.lms.mirapolis.ru/mira/>
5. Система тестирования INDIGO лицензионное соглашение (Договор от 07.11.2018 г. №Д-54792, дополнительное соглашение № Д-5479/6 о пролонгации договора до 01.06.2026г.) <http://212.48.35.211:85/>

8.1.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит обновлению при необходимости).

**Перечень лицензионного программного обеспечения, в том числе отечественного производства:**

1. Операционная система «Атлант» - Atlant Academ от 24.01.2024 г. (бессрочно)
2. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Расширенный Russian Edition договор-оферта № Tr000941765 от 16.10.2025 г.

8.1.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и обновляется при необходимости, но не реже одного раз в год.

**Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

1. Информационно-поисковая система «Консультант Плюс» - Договор №МИ-ВИП-79717-56/2022 (бессрочно)
2. Электронно-библиотечная система IPRsmart лицензионный договор от 01.09.2024 г. №11652/24С (срок действия до 31.08.2027 г.) <https://www.iprbookshop.ru/>

3. Научная электронная библиотека eLIBRARY лицензионный договор SCIENC INDEX № SIO -3079/2026 от 30.01.2026 г. (срок действия до 29.01.2027г.) <https://elibrary.ru>

8.1.4. Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

**Раздел 9. Материально-техническое обеспечение  
образовательного процесса**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	<u>Оборудование:</u> специализированная мебель (мебель аудиторная (12 столов, 24 стула, доска аудиторная), стол преподавателя, стул преподавателя. <u>Технические средства обучения:</u> персональный компьютер - 1; мультимедийное оборудование (проектор, экран).
Помещение для самостоятельной работы	Специализированная мебель (9 столов, 9 стульев), персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета