

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Линейные непрерывные системы управления

**Код модуля**  
1149853(1)

**Модуль**  
Системы автоматического управления

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Страшинин Евгений Эрастович	кандидат технических наук, доцент	Профессор	департамент информационных технологий и автоматике
2	Цветков Александр Владимирович	кандидат технических наук, доцент	Профессор	Школа бакалавриата

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Т.Г. Комарова

**Авторы:**

- Страшинин Евгений Эрастович, Профессор, Департамент информационных технологий и автоматике
- Цветков Александр Владимирович, Профессор, Школа бакалавриата

**1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ** *Линейные непрерывные системы управления*

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	6	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	1
		Домашняя работа	1
		Отчет по лабораторным работам	1

**2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ** *Линейные непрерывные системы управления*

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-1 -Способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации технологических процессов	З-1 - Перечислить требования частного технического задания на проведение предпроектного обследования объекта автоматизации к составу и содержанию отчета о проведенном обследовании с целью определения полноты данных для его составления П-1 - Сделать выводы по результатам предпроектного обследования объекта автоматизации	Лабораторные занятия Лекции Отчет по лабораторным работам Практические/семинарские занятия Экзамен

	<p>П-2 - Подготовить отчет о выполненном обследовании объекта автоматизации</p> <p>У-1 - Выполнять расчеты для составления отчета о предпроектном обследовании объекта автоматизации</p>	
<p>ПК-3 -Способен производить расчеты и проектировать отдельные блоки и устройства, рассчитывать алгоритмы управления, выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления технологическими процессами в соответствии с техническим заданием</p>	<p>З-1 - Изложить принципы построения систем автоматизированного и автоматического управления сложными технологическими процессами различной природы</p> <p>З-6 - Воспроизвести основные положения теории автоматического управления</p> <p>З-7 - Классифицировать математическое описание систем автоматического управления</p> <p>П-5 - Иметь практический опыт получения математического описания объектов управления</p> <p>П-6 - Владеть навыками расчета параметров законов регулирования с использованием современных инструментальных средств</p> <p>У-5 - Составлять математическое описание объектов различной физической природы</p> <p>У-6 - Составлять алгоритмы работы конкретных регуляторов и реализовать их аппаратным или программным способом</p>	<p>Домашняя работа</p> <p>Контрольная работа</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Лекции</p> <p>Отчет по лабораторным работам</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>
<p>ПК-6 -Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности</p>	<p>З-2 - Перечислить источники профессиональных знаний предметной области</p> <p>З-3 - Изложить методы поиска профессиональной технической информации</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт использования новых методик анализа и проектирования систем управления техническими системами</p> <p>У-1 - Выбирать и анализировать техническую документацию по</p>	<p>Домашняя работа</p> <p>Контрольная работа</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

	использованию методов и средств решения задач управления в технических системах У-2 - Осваивать новые методики решения задач управления в технических системах	
--	---	--

### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа</i>	5,2	50
<i>домашняя работа</i>	5,8	50
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.2</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>выполнение практических заданий</i>	5,8	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0.3</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>отчет по лабораторным работам</i>	5,16	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет</b>		

<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено</b>		
<b>Текущая аттестация на онлайн-занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено</b>		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

<b>Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено</b>		

## 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

### Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

<b>Результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам</b>
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения.

	Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.
--	--

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

### Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

## 5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

### 5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

#### 5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

#### 5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Комплексные числа и годографы комплексно-значных функций
  2. Решение дифференциальных уравнений
  3. Формирование математической модели объекта управления на примере смешительного бака
  4. Расчет временных характеристик линейных систем
  5. Передаточные функции объектов и систем
  6. Структурные схемы и их преобразование
  7. Алгебраические критерии устойчивости
  8. Частотный критерий устойчивости Найквиста
- LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Расчет матричных весовых и переходных функций
  2. Изучение типовых звеньев
  3. Частотные характеристики систем и критерий устойчивости Найквиста
  4. Модальный синтез управления в линейных непрерывных системах
- LMS-платформа – не предусмотрена

## 5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

### Базовый

#### 5.2.1. Контрольная работа

Примерный перечень тем

1. Комплексные числа и годографы комплекснозначных функций

Примерные задания

1. Расчет и изображение на плоскости комплексного числа в дробной степени вида  $Z=(x+jy)^{+r/n}$
  2. Построение годографа комплексной функции вида  $Z=\Pi(jw+z)/\Pi(jw+p)$
- LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.2.2. Домашняя работа

Примерный перечень тем

1. Решение дифференциальных уравнений

Примерные задания

1. Решение дифференциального уравнения с использованием операционного исчисления: уравнение 2-го порядка
  2. Решение того же дифференциального уравнения классическим способом
- LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.2.3. Отчет по лабораторным работам

Примерный перечень тем

1. Расчет матричных весовых и переходных функций

2. Изучение типовых звеньев
3. Частотные характеристики систем и критерий устойчивости Найквиста
4. Модальный синтез управления в линейных непрерывных системах

Примерные задания

1. По структурной схеме составить векторно-матричное описание и найти решение.

Построить графики. Использовать Матлаб.

2. Исследовать обязательные три звена: интегрирующее, инерционное, колебательное. Дополнительно 2 звена по указанию преподавателя.

3. Провести исследование двух систем с использованием Матлаб

4. Для одной из систем, изученных в предыдущей работе, провести модальный синтез управления и промоделировать систему в Матлаб.

LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля**

#### **5.3.1. Экзамен**

Список примерных вопросов

1. Линеаризация нелинейных дифференциальных уравнений
2. Структура решений векторно-матричных дифференциальных уравнений. Привести примеры
3. Передаточные функции линейных систем. Способы получения передаточных функций. Свойства передаточных функций
4. Матричные импульсная и переходная функции. Физическая интерпретация. Способы определения (случай простых собственных чисел)
5. Функциональные и структурные схемы систем управления. Привести примеры
6. Представление структурных схем в виде направленных сигнальных графов. Основные правила преобразования. Примеры
7. Собственные числа. Левые и правые собственные векторы. Аналитические функции от матриц
8. Передаточная функция разомкнутой системы
9. Комплексный передаточный коэффициент. Математические и физическая интерпретации. Виды частотных характеристик. Примеры
10. Типовое колебательное звено. Характеристики
11. Звено транспортного запаздывания. Определение критического времени запаздывания. Пример
12. Неустойчивое звено первого порядка. Характеристики
13. Неминимально-фазовое звено первого порядка. Характеристики.
14. Неустойчивое звено второго порядка. Характеристики
15. Понятие устойчивости систем управления. Необходимое условие устойчивости. Примеры
16. Критерий устойчивости Найквиста. Доказательство
17. Критерий устойчивости Найквиста. Понятие переходов. Общая формулировка с использованием правила переходов. Привести примеры

18. Модальная (спектральная) интерпретация решения векторно-матричных дифференциальных уравнений. Формирование начальных условий и управляющего сигнала из условий формирования определённых мод в движении системы
  19. Качество процессов в системах управления. Обработка командных сигналов в присутствии возмущений. Астатизм
  20. Выбор желаемых собственных чисел на этапах синтеза управления и синтеза Наблюдателя. Примеры
  21. Расчёт матриц обратной связи по полному вектору состояния для линейных стационарных систем с учётом желаемых собственных чисел
  22. Наблюдатели для линейных систем. Постановка задачи. Основные исходные соотношения
  23. Динамика систем управления с Наблюдателем
  24. Система стабилизации напряжения генератора постоянного тока. Астатический вариант
  25. Система стабилизации скорости паровой турбины. Статический вариант. Составить упрощенное математическое описание. Выделить уравнения статики
  26. Система стабилизации скорости паровой турбины. Вариант регулятора с использованием гидравлического усилителя. Проблемы с устойчивостью
  27. Регулятор системы стабилизации скорости турбины с использованием успокоительного демпфера. Оценить передаточную функцию корректирующего звена
  28. Привести обоснованную методику построения асимптотических амплитудно-частотных логарифмических характеристик
- LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология образования в сотрудничестве	ПК-6	3-2	Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия