ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
Теория автоматического управления

Код модуля	Модуль
1144118(1)	Основы электроники и автоматики физических установок

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Иванов Владимир Юрьевич	к.ф.-м.н., доцент	Директор института	

Согласовано:

Управление образовательных программ Т.Г. Комарова

Авторы:

- **Иванов Владимир Юрьевич, Директор института,**

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Теория автоматического управления

1.	**Объем дисциплины в зачетных единицах**	4	
2.	**Виды аудиторных занятий**	Лекции Лабораторные занятия	
3.	**Промежуточная аттестация**	Экзамен	
4.	**Текущая аттестация**	Контрольная работа	1
		Коллоквиум	1
		Отчет по лабораторным работам	1

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Теория автоматического 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-9 -Способен проводить проверку работоспособности контрольно-измерительных приборов, средств автоматики, аппаратуры систем управления и защиты	Д-1 - Поддерживать необходимый уровень знаний в области нормативных документов по эксплуатации КИПиА и аппаратуры СУЗ З-1 - Объяснять принципы базовых знаний по технологии, технологическим системам, системе контроля и управления и регламенту эксплуатации атомных станций (АС) и физических установок З-2 - Описывать технологию и технологические системы физических установок, состав, функции и алгоритмы автоматизированной системы управления технологическими	Контрольная работа Лабораторные занятия Лекции Экзамен

	процессами физических установок, систем контроля и управления, регламента их эксплуатации П-1 - Осуществлять обоснованный контроль выполнения регламентных операций по эксплуатации закрепленных средств измерений (СИ), систем автоматики (СА) и аппаратуры систем управления и защиты (СУЗ) П-2 - Подготовить деятельность подразделения по контролю технического состояния и безопасной эксплуатации оборудования, расследованию причин его выхода из строя П-3 - Разработать рекомендации по качеству проводимых работ по обеспечению эксплуатации закрепленного оборудования У-1 - Анализировать содержание конструкторской, технической, производственно-технологической и нормативной документацией У-2 - Идентифицировать технологические регламентные операции по эксплуатации контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА) и аппаратуры систем управления и защиты (СУЗ) У-3 - Определять оптимальность деятельности коллектива по эксплуатации закрепленного оборудования	
ПК-10 -Способен обеспечить эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт оборудования контрольно-измерительных приборов и автоматики в организациях атомной энергетики	Д-1 - Демонстрировать умение постоянно поддерживать необходимый уровень знаний в предметной области и области руководящих и нормативных документов З-1 - Изложить обзор базовых знаний в естественнонаучных и технических областях по профилю деятельности З-2 - Определять технические характеристики оборудования	Коллоквиум Лабораторные занятия Лекции Экзамен

	КИПиА и аппаратуры СУЗ, их территориальное расположение, устройство и принципы работы П-1 - Выполнять контроль качества проводимых работ по обеспечению эксплуатации закрепленного оборудования П-2 - Контролировать ведение эксплуатационно-технической документации У-1 - Применять базовые знания в естественнонаучных и технических областях по профилю деятельности У-2 - Анализировать опыт эксплуатации систем КИПиА и аппаратуры СУЗ и применять его при реализации функций и задач подразделения	
ПК-11 -Способен читать и составлять схемы электрических соединений, пользоваться конструкторской, технической и нормативной документацией	Д-1 - Демонстрировать умение повышать уровень знаний в области руководящих и нормативных документов при разработке регламентов, должностных инструкций, а также инструкций по диагностике и проверке работоспособности СИ, СА и аппаратуры СУЗ З-1 - Объяснять назначения, принципы действия, параметры, алгоритмы работы измерительного оборудования и аппаратуры З-2 - Сделать обзор информационных технологий, используемых при реализации профессиональной деятельности П-1 - Выполнять контроль исполнения норм и правил ведения эксплуатационно-технической документации П-2 - Иметь практический опыт разработки актуальной нормативной и производственно-технической документации по обслуживанию и ремонту СИ, СА и аппаратуры СУЗ	Лабораторные занятия Отчет по лабораторным работам Экзамен

	У-1 - Анализировать, составлять, корректировать функциональные, структурные и принципиальные электрические схемы СИ, СА, СУЗ У-2 - Использовать информационные технологии при реализации профессиональной деятельности	
ПК-12 -Способен осуществлять проверки соответствия настоек оборудования требованиям к процессу	Д-1 - Поддерживать необходимый уровень знаний в области руководящих и нормативных документов по организации и контролю выполнения обслуживания СИ, СА и аппаратуры СУЗ З-1 - Объяснять состав, принципы работы, технические характеристики оборудования для производства приборов по профилю деятельности З-2 - Определять технологические регламенты, должностные инструкции, инструкции по выполнению работ по техническому обслуживанию и ремонту (ТОиР) СИ, СА и аппаратуры СУЗ П-1 - Выполнять организацию и контроль обслуживания СИ, СА и аппаратуры СУЗ, текущего и планово-предупредительного ремонта, поверки и калибровки систем измерения П-2 - Осуществлять разработку и актуальность нормативной и производственно-технической документации по обслуживанию и ремонту СИ, СА и аппаратуры СУЗ У-1 - Обосновывать предложения по модернизации и наладке оборудования для производства приборов электроники У-2 - Анализировать оборудование при организации проведения техническому	Лабораторные занятия Лекции Экзамен

	обслуживанию и ремонту (ТОиР), поверке и калибровке КИПиА и аппаратуры СУЗ	
ПК-13 -Способен анализировать причины, приведшие к отклонениям в работе оборудования для производства приборов электроники, прогнозировать отказы оборудования	Д-1 - Иметь необходимый уровень знаний документов по контролю качества проведения работ, выполненных работниками подразделения, по оптимизации процесса управления жизненным циклом проектирования научно-исследовательских работ (НИР) и опытно-конструкторских работ (ОКР) З-1 - Перечислить базовые процессы технологии производства приборов электроники и фотоники З-2 - Характеризовать методы оценки качества научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ З-3 - Объяснять методы проведения технических расчетов, оценки качества проектов и разработок П-1 - Выполнять контроль качества проведения работ, выполненных работниками подразделения и соисполнителями П-2 - Разрабатывать рекомендации по оптимизации процессов управления жизненным циклом проектирования в рамках научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ У-1 - Обосновать предложения по переналадке и модернизации оборудования для производства приборов электроники У-2 - Применять методы аналитических исследований в соответствующей области знаний У-3 - Анализировать и корректировать процессы управления жизненным циклом продукции и услуг с учетом механических,	Лабораторные занятия Отчет по лабораторным работам Экзамен

	технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических, управленческих параметров с использованием современных информационных технологий	
ПК-14 -Способен разработать и обосновать технические решения по модернизации оборудования для производства приборов электроники	Д-1 - Демонстрировать необходимый уровень знаний в области руководящих и нормативных документов, применяемых в рамках предложений по модернизации оборудования и технологий для производства приборов электроники и фотоники З-1 - Описывать методы проведения технических расчетов, оценки качества проектов и разработок З-2 - Характеризовать методы оценки качества научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ З-4 - Определять назначение, принципы действия, параметры, алгоритмы работы аппаратуры систем измерения, автоматики и управления П-1 - Иметь практический опыт разработкой технических заданий, методических и рабочих программ, технико-экономических обоснований и других документов при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ П-2 - Выполнять проведение анализа перспективных для соответствующей области знаний методов проектирования и конструирования продукции (услуг) П-3 - Иметь опыт проведения исследований новых технических решений для обоснования выбранных параметров конструкций	Лабораторные занятия Отчет по лабораторным работам Экзамен

	У-1 - Применять актуальные методы проектирования и конструирования продукции У-2 - Анализировать и выбирать методы проектирования У-3 - Использовать типовые и повторные применения экономичных типовых конструкций и деталей У-4 - Осваивать вновь вводимые СИ, СА и аппаратуру СУЗ У-5 - Правильно пользоваться конструкторской, технической, производственно-технологической и нормативной документацией	
ПК-15 -Способен осуществлять техническую поддержку внедрения технологических процессов и массового производства приборов электроники и автоматики физических установок	Д-1 - Иметь необходимый уровень знаний нормативных документов при: метрологическом обеспечения ТОиР КИПиА, диагностике оборудования, проведении ТОиР, поверке и калибровке КИПиА и аппаратуры СУЗ З-1 - Описать основы метрологического обеспечения ТОиР КИПиА З-2 - Объяснять принципы и методы контроля и обеспечения качества производства и эксплуатации СИ, СА и аппаратуры СУЗ З-3 - Сделать обзор технического английского языка в области производства приборов электроники и фотоники П-1 - Иметь опыт организации и контроля выполнения внедрения и обслуживания СИ, СА и аппаратуры СУЗ, текущего и планово-предупредительного ремонта, поверки и калибровки систем измерения П-2 - Иметь практический опыт контроля технического состояния эксплуатируемого оборудования КИПиА и	Контрольная работа Лабораторные занятия Лекции Экзамен

	аппаратуры СУЗ, оборудования лабораторий и мастерских подразделения У-1 - Диагностировать оборудование, организовывать проведение ТОиР, поверку и калибровку КИПиА и аппаратуры СУЗ У-2 - Вести документацию по учету и проведению анализа работы СИ, СА и аппаратуры СУЗ У-3 - Анализировать специальную литературу на английском языке по производству приборов электроники и фотоники	

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

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.60		
Текущая аттестация на лекциях	**Сроки – семестр, учебная неделя**	**Максимальная оценка в баллах**
коллоквиум	6,9	*80*
блиц опросы	6,8	*20*
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.50		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен **Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.50**		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	**Сроки – семестр, учебная неделя**	**Максимальная оценка в баллах**
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет **Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено**		

3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.40		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	**Сроки – семестр, учебная неделя**	**Максимальная оценка в баллах**
контрольная работа	6,16	70
выполнение лабораторных работ	6,16	10
отчет по лабораторным работам	6,16	20
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1.00		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет **Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0.00**		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	**Сроки – семестр, учебная неделя**	**Максимальная оценка в баллах**
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет **Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено**		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

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

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

Результаты обучения	**Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам**
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. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Типовые звенья систем автоматического управления.
2. Устойчивость систем автоматического управления.
3. Оценка качества работы систем автоматического управления.
4. Коррекция систем автоматического управления.
5. ПИД-регуляторы. Исследование методов настройки коэффициентов ПИД-регулятора.

LMS-платформа − не предусмотрена

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

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

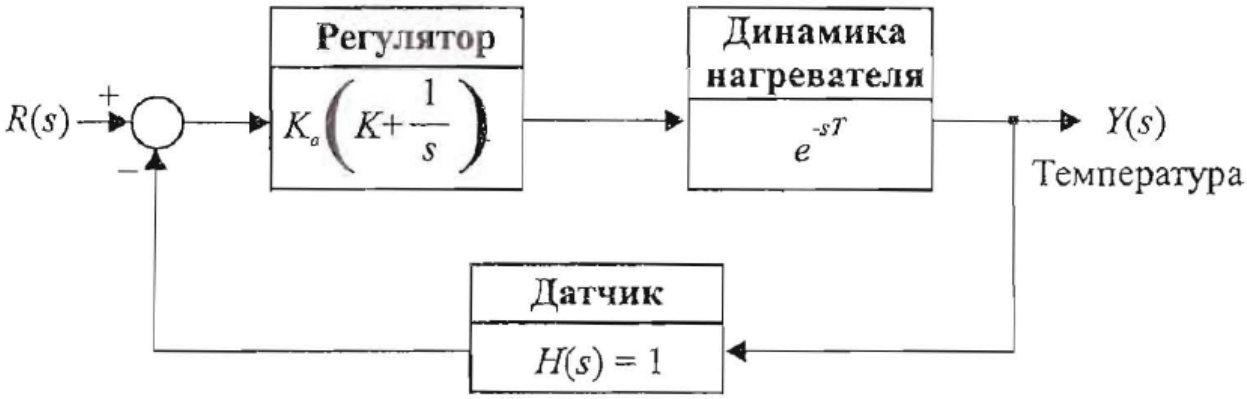
5.2.1. Контрольная работа

Примерный перечень тем

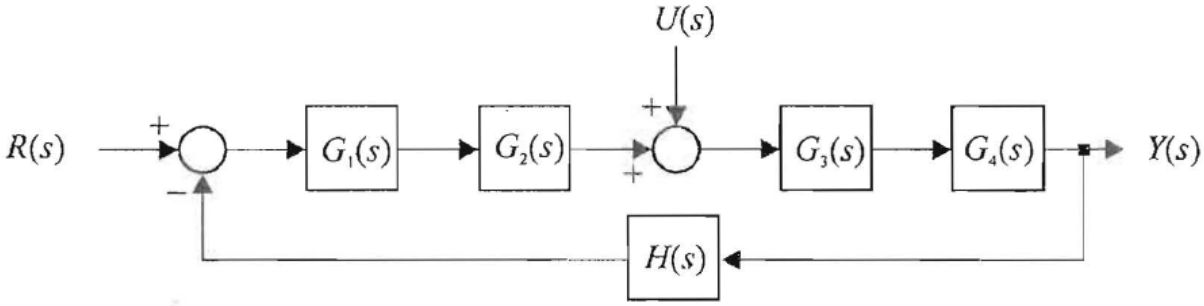
1. Построение переходной характеристики по заданной передаточной функции системы автоматического управления.
2. Определение запасов устойчивости системы автоматического управления с применением критерия Найквиста.
3. Выбор параметров ПИД-регулятора для объекта управления с заданной передаточной функцией.
4. Определение степени влияния помехового воздействия на выходной параметр состояния системы автоматического управления.

Примерные задания

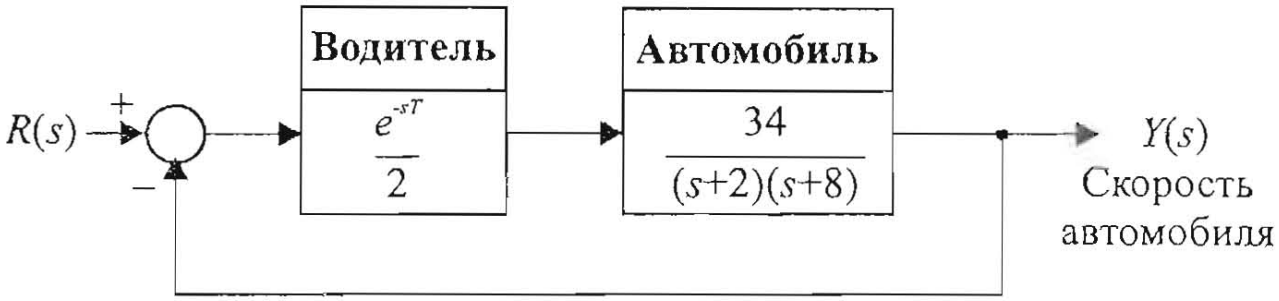
1. При производстве деталей из пластмассы возникает необходимость регулировать температуру изложницы. Структурная схема предназначенной для этого системы приведена на рисунке. Динамика индукционного нагревателя представлена постоянной времени T = 1.2 с. Для представленной системы: (1) исследуйте устойчивость системы (определите запасы по амплитуде и фазе) в случае K = Ka = 1, (2) считая K=1, определите значение Ka , обеспечивающий запас по фазе 50 градусов, (3) постройте переходную характеристику процесса для установленного Ka.



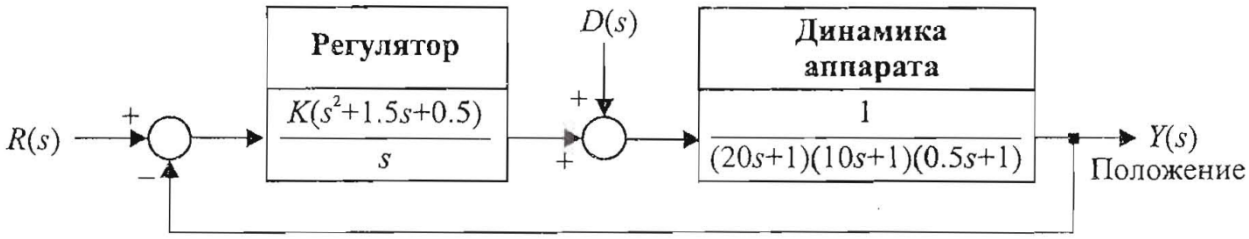
2. На рисунке представлена схема управления химическим процессом, задача которой поддерживать постоянство выходной величины несмотря на внешние возмущения. Внешнее возмущение в системе представлено сигналом U(s). Динамику химического процесса отражают функции G3(s) и G4(s). Датчик в цепи обратной связи имеет передаточную функцию H(s) = 1. Звенья G1(s) - регулятор и G2(s) – перепускной вентиль. Передаточные функции G2(s), G3(s) и G4(s) имеют одинаковую структуру, а именно: Gi(s)=Ki/(1 + τi*s). Значения параметров звеньев: τ3 = τ4 = 4 с, K3 = K4 = 0.1. Параметры передаточной функции вентиля τ2 = 0.5 с, K2 = 20. Система должна поддерживать установившуюся ошибку не более 5% от заданного значения выходной переменной. Определить: (1) исходя из за-данного значения статической ошибки и считая, что используется П-регулятор, найти значение K1 и оценить при таком значении коэффициента величину перерегулирования и время регулирования системы на ступенчатый входной сигнал r(t), (2) в предположении, что в системе используется ПИ-регулятор G1(s) = K1*(1 + 1/s), определить значение K1, при котором перерегулирование будет равно 10% ошибку, оценить время регулирования системы в этом случае, (3) определить для системы с ПИ-регулятором реакцию системы (перерегулирование, время регулирования) на внешнее возмущение в виде единичного ступенчатого сигнала.



3. На рисунке представлена упрощенная модель системы управления скоростью автомобиля. Водитель движется по шоссе с большой скоростью вслед за другим автомобилем. В системе учтено время реакции водителя T. Определить: (1) реакцию системы (время регулирования) в случае резкого торможения впереди идущего автомобиля (т.е. ступенчатый входной сигнал) для двух случаев реакции водителя T = 1 с и T = 1.5 с, (2) определить критическое время реакции водителя, при котором система потеряет устойчивость.



4. Для системы управления положением вертолета определить: (1) запасы устойчивости системы по амплитуде и фазе для К=100, (2) определить значение К, при котором запас устойчивости системы по фазе будет равным 450, (3) для коэффициента К, найденного в п.2 построить реакцию системы Y(s) на ступенчатый входной сигнал помехи D(s) (например, таким сигналом может служить возникший постоянный ветровой поток).



LMS-платформа − не предусмотрена

5.2.2. Коллоквиум

Примерный перечень тем

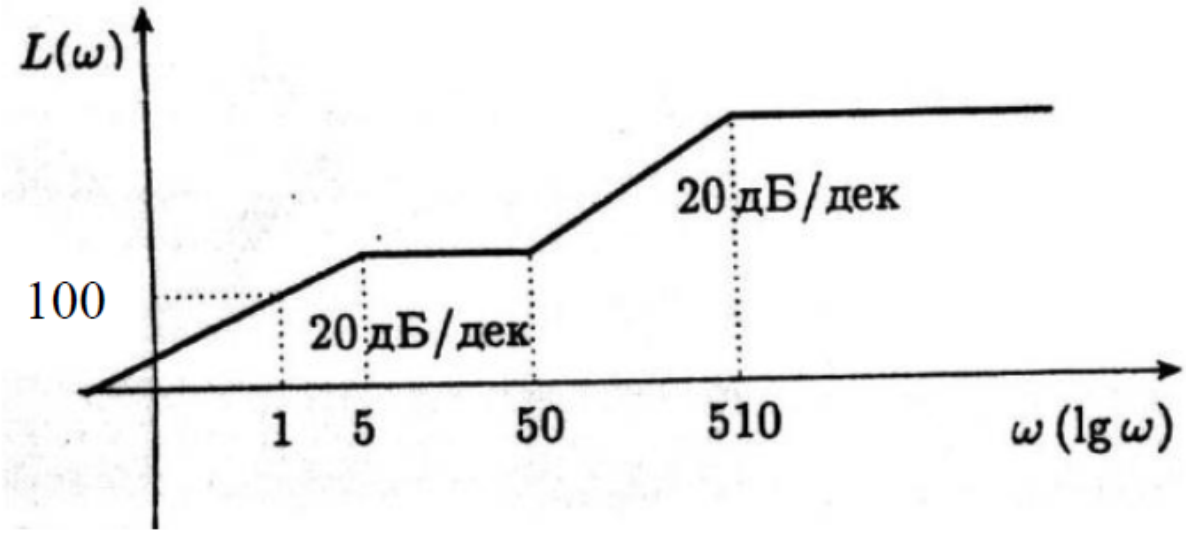
1. Определение передаточных функций систем автоматического управления.
2. Построение амплитудно-фазовых характеристик звеньев и систем автоматического управления.
3. Построение логарифмических амплитудно-частотных и фазо-частотных характеристик систем автоматического управления.
4. Применение критериев устойчивости систем автоматического управления.
5. Построение переходных и весовых функций систем автоматического управления.
6. Определение ошибок динамического и статического режимов систем автоматического управления.

Примерные задания

1. По заданной передаточной функции разомкнутого контура определить область устойчивости замкнутой системы с отрицательной единичной обратной связью:

$$W(s) = \frac{k}{(100 \cdot s + 1)^2 (0.1s + 1)}$$

2. По асимптотической ЛАЧХ системы запишите передаточную функцию ее разомкнутого контура:



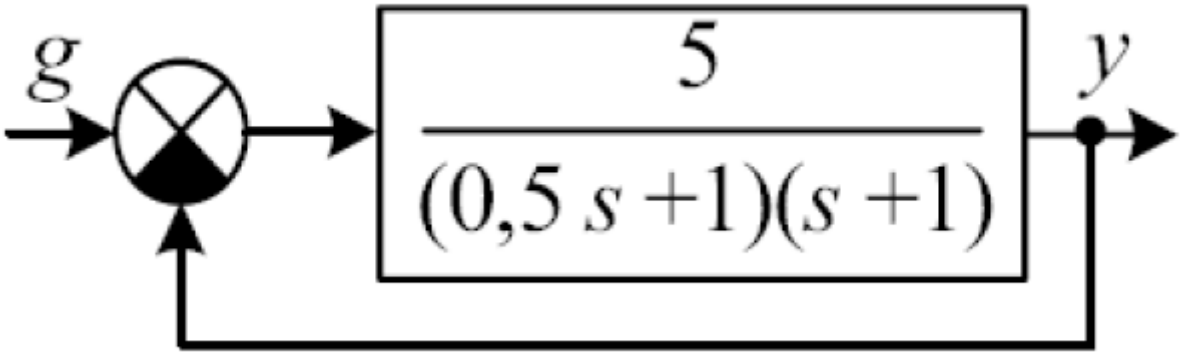
3. Каким типом переходного процесса характеризуется замкнутая система с передаточными функциями кратчайшего пути вход-выход и отрицательной неединичной обратной связи:

$$W(s) = \frac{10}{0.81 \cdot s^2 + 9 \cdot s + 1}$$

$$W(s) = 0.1$$

4. Дана система управления температурой в нагревательной печи, состоящая из последовательно включенных усилителя сигнала разбаланса (Ку), пропорционального регулятора (Кр), усилителя мощности (Км), нагревательной печи (Кп) и термопары (Ктп), сигнал ЭДС которой сравнивается с уровнем задающего температуру напряжения (система с единичной отрицательной обратной связью). Задано: Ку=900, Км=10, Кп=1,5 град/В, Ктп=6х10-5 В/град, Тп=400 с, Ттп=1 с . Определить при каких значениях коэффициента Кр регулятора переходный процесс в системе будет колебательным. При описании нагревательной печи и термопары считать, что они описываются моделью апериодического звена первого порядка.

5. Чему равно установившееся значение ошибки в системе автоматического управления, если g(t) = 2*t:



6. Постройте асимптотическую ЛАЧХ для системы, представленной передаточной функцией:

$$W(s) = \frac{5 \cdot (0.1s^2 + s + 10)}{(s + 0.005) \cdot (0.25s^3 + 0.5s^2 + s)}$$

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Отчет по лабораторным работам

Примерный перечень тем

1. Типовые звенья систем автоматического регулирования
2. Устойчивость систем автоматического управления
3. Улучшение параметров систем автоматического управления подбором звена последовательной коррекции
4. Подбор параметров ПИД-регулятора для заданного объекта регулирования

Примерные задания

1. Построить амплитудно-фазовую (АФХ), логарифмические амплитудо- и фазочастотные (ЛАЧХ и ЛФЧХ) и переходную характеристики для следующих типовых звеньев: интегрирующего, апериодического первого порядка, апериодического второго порядка.

2. Построить амплитудно-фазовую (АФХ), логарифмические амплитудо- и фазочастотные (ЛАЧХ и ЛФЧХ) и переходную характеристики для составного (интегро-дифференцирующего) звена.

3. Изучить с построением амплитудно-фазовой (АФХ), логарифмических амплитудо- и фазочастотных (ЛАЧХ и ЛФЧХ) и переходной характеристик коррекцию динамических свойств апериодического звена жесткой (Woc=k1) и гибкой (Woc=k1*s) отрицательной обратной связью.

4. Построить амплитудно-фазовую (АФХ), логарифмические амплитудо- и фазочастотные (ЛАЧХ и ЛФЧХ) и переходную характеристики для частотно-компенсированного фильтра с заданными параметрами.

5. Определить с помощью критерия Найквиста устойчивость системы с единичной обратной связью, запасы устойчивости по амплитуде и фазе, если ее разомкнутый контур представлен передаточной функцией:

$$W(s)=\frac{k\cdot(T_5\cdot s+1)}{(T_1\cdot s+1)\cdot(T_2\cdot s+1)\cdot(T_3\cdot s+1)\cdot(T_4\cdot s+1)}$$

6. Определить (1) запасы устойчивости по модулю и фазе, (2) показатели качества замкнутой системы с единичной обратной связью, представленной передаточной функцией разомкнутого контура:

$$W(s)=\frac{k}{(s+1)\cdot(T_1\cdot s+1)}$$

7. Для системы, представленной передаточной функцией разомкнутого контура определить области критических коэффициентов k устойчивости системы. Построить переходные процессы для различных областей, определить в каком случае запас устойчивости по фазе будет больше. Выполнить прямые оценки показателей качества в случае максимального запаса устойчивости:

$$W(s)=\left(\frac{T_1\cdot s+1}{T_2\cdot s+1}\right)^2\cdot\frac{k}{s^3}$$

8. Произвести динамический синтез следящей системы (определить передаточную характеристику корректирующего звена) по следующим качественным показателям: максимальная ошибка слежения Emax [град], максимальной скорости слежения Vmax [град/с], максимальном ускорении Amax [град/с2] . Запас устойчивости по фазе оценить исходя из непревышения показателем колебательности уровня M. Передаточная функция исходной системы имеет вид W(s)=KΩ/s*(1+0.1*s).

9. Произвести выбор последовательного корректирующего контура для системы автоматического регулирования, разомкнутый контур которой имеет вид W(s)=KΩ/(s*(1+0.1*s)*(1+0.02*s)*(1+0.01*s)*(1+0.05*s)). Скорректированная система должна обладать астатизмом первого порядка и удовлетворять следующим показателям качества: коэффициент ошибки по скорости Ev [c]; коэффициент ошибки по ускорению EA [c2]; перерегулирование при единичном входном воздействии не более σ [%]; время регулирования не более treg [c] при числе колебаний не более двух.

10. Произвести выбор последовательного корректирующего контура для системы автоматического регулирования, разомкнутый контур которой имеет вид W(s)=KΩ/(s*(1+0.04*s)*(1+0.01*s)*(1+0.002*s)). Следящая система должна иметь

астатизм второго порядка, общий коэффициент усиления по ускорению более KΩ [с-2], перерегулирование не более σ [%] и время регулирования treg [с].

11. Рассчитать по методу Циглера–Никольса kп П-регулятора. Пронаблюдать реакцию системы на ступенчатое изменение возмущения z(t) = 1(t). Определить степень устойчивости системы. Определить показатели качества: 1) статическую ошибку; 2) максимальное отклонение регулируемой величины; 3) время регулирования.

12. Рассчитать по методу Циглера–Никольса значения коэффициентов передачи ПИ-регулятора. Пронаблюдать реакцию системы на ступенчатое изменение возмущения z(t) = 1(t) . Определить степень устойчивости системы. Определить показатели качества: 1) статическую ошибку; 2) максимальное отклонение регулируемой величины; 3) время регулирования.

13. Рассчитать по методу Циглера–Никольса коэффициентов передачи ПИД-регулятора. Пронаблюдать реакцию системы на ступенчатое изменение возмущения z(t) = 1(t). Определить степень устойчивости системы. Определить показатели качества: 1) статическую ошибку; 2) максимальное отклонение регулируемой величины; 3) время регулирования.

14. Сравнить показатели качества процессов регулирования в системах в П-, ПИ- и ПИД-регуляторами и сделать выводы. Изменяя значения коэффициентов передачи ПИД-регулятора в сторону уменьшения и увеличения, найти такие их значения, которые обеспечивают лучшее качество процесса управления. Объяснить полученный результат.

LMS-платформа − не предусмотрена

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

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. История. Основные понятия теории автоматического управления. Понятие астатизма системы.
2. Основные принципы построения систем автоматического управления (САУ).
3. Классификация систем автоматического управления.
4. Математическое описание систем управления.
5. Метод «вход-выход» (Classic control). Операторный метод Лапласа. Основные свойства преобразования Лапласа.
6. Метод переменных состояния (Modern control). Описание САУ в пространстве состояний (фазовом пространстве).
7. Передаточная функция системы.
8. Типовые воздействия. Переходная характеристика. Импульсная переходная характеристика.
9. Комплексный передаточный коэффициент и логарифмическая форма представления частотных характеристик (ЛАЧХ, ЛФЧХ).
10. Типовые звенья. Свойства типовых звеньев.
11. Правила преобразования структурных схем САУ. Последовательное соединение. Параллельное соединение. Обратная связь.
12. Устойчивость САУ. Необходимое и достаточное условие устойчивости.

13. Алгебраические критерии устойчивости. Критерий Гурвица.
14. Графо-аналитические (частотные) критерии устойчивости. Критерий Найквиста.
15. Запасы устойчивости. Демпфирование САУ.
16. Качество работы САУ. Прямые и косвенные показатели качества. Показатели качества динамического режима и ошибка системы в статическом режиме.
17. Типовые законы управления (П, ПИ-, ПИД-регулирование).
18. Идеальный и реальный импульсный элементы.
19. Дискретное преобразование Лапласа. Z-преобразование.
20. Оптимальное управление в дискретных системах.
21. Управляемость и наблюдаемость систем автоматического управления.

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	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология самостоятельной работы	ПК-12	Д-1	Коллоквиум Экзамен