

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 09 » октября 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Теория автоматического управления (расширенный курс)
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 180 (5)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.03.06 Мехатроника и робототехника
(код и наименование направления)

Направленность: Мехатроника и робототехника (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - освоение заданных дисциплинарных компетенций в области разработки и исследования систем автоматического управления; формирование системного подхода к решению задач управления; приобретение навыков, необходимых для выполнения исследовательских и расчетных работ по созданию и внедрению в эксплуатацию систем автоматического управления

Задачи дисциплины:

- Изучение основных методов математического описания объектов и систем управления; освоение форм представления и преобразования моделей систем управления; изучение основных свойств систем автоматического управления и фундаментальных принципов управления;
- Формирование умений систематизировать информацию об объектах и системах управления; осуществлять выбор наилучшего метода математического описания объекта и систем управления; осуществлять выбор оптимального закона управления в системах;
- Формирование навыков анализа и синтеза систем автоматического управления; работы с типовыми аппаратными и программными средствами моделирования систем автоматического управления

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Объекты дисциплины:

- принципы построения систем автоматического управления;
- методы синтеза САУ;
- прикладные программные средства анализа и синтеза САУ

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.3	ИД-1ПК-2.3	Знает: основные принципы и законы функционирования систем автоматического управления; основные методы синтеза линейных непрерывных САУ; типовые законы управления; математическое описание дискретных САУ; критерии устойчивости дискретных САУ; методы синтеза дискретных САУ; особенности нелинейных САУ; особенности исследования нелинейных САУ; методы синтеза нелинейных САУ; основные программные и аппаратные средства моделирования и исследования САУ	Знает инструментарий автоматизации проектирования компонентов мехатронных и робототехнических систем	Зачет
ПК-2.3	ИД-2ПК-2.3	Умеет: выбирать структуры и схемы автоматического регулирования и управления, осуществлять параметрическую оптимизацию регулирующих и управляющих устройств; синтезировать законы и алгоритмы оптимального управления объектами; анализировать качество управления; осуществлять моделирование САУ с помощью современных про-граммных и аппаратных средств.	Умеет выполнять сбор и анализ исходных данных для реализации компонентов мехатронных и робототехнических систем	Защита лабораторной работы
ПК-2.3	ИД-3ПК-2.3	Владеет: навыками анализа и синтеза линейных, дискретных и нелинейных САУ; навыками исследования и моделирования	Владеет навыками разработки рабочей документации в соответствии с имеющимися стандартами и техническими	Курсовой проект

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		линейных, дискретных и нелинейных САУ с помощью стандартных программных средств.	условиями	

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	7
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	88	52	36
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	40	24	16
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	22	6	16
- контроль самостоятельной работы (КСР)	8	4	4
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	92	56	36
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	18	9	9
Курсовой проект (КП)	36		36
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	108	72

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
6-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Методы синтеза линейных непрерывных САУ	4	8	2	20
<p>Тема 1. Методы синтеза линейных непрерывных САУ</p> <p>Основы структурно-параметрической оптимизации. Выбор желаемой передаточной функции объекта: биномиальная форма, фильтр Баттерворта, форма, обеспечивающая минимум интеграла от взвешенной модульной ошибки системы (ИВМО), форма, обеспечивающая минимум переходного процесса. Типовые законы регулирования: П, И, Д, ПИ, ПД и ПИД. достоинства и недостатки типовых регуляторов. Особенности синтеза САУ электромеханических систем. Метод подчиненного регулирования. Настройка контуров на «технический» и «симметричный оптимум». Особенности синтеза САУ по возмущению. Комбинированное управление. Основное назначение и расчет предшествующего фильтра. Принципы построения инвариантных систем автоматического управления. Критерий абсолютной инвариантности. Условия инвариантности по управляющему и возмущающему воздействию. Понятие регуляторов состояния. Модальное управление.</p>				
Анализ и синтез линейных дискретных систем автоматического управления	6	8	2	20
<p>Тема 2. Методы описания дискретных сигналов и систем.</p> <p>Классификация дискретных систем автоматического управления. Способы квантования непрерывных сигналов. Импульсные, релейные и цифровые САУ, Виды модуляции. Импульсный элемент. Теорема Котельникова-Шеннона для определения шага квантования. Математическое описание дискретных сигналов: разностные уравнения, решетчатые функции. Понятие дискретного преобразования Лапласа. Z- преобразование. Теоремы Z- преобразования. Линейные дискретные модели систем автоматического управления. Понятие дискретной передаточной функции (ДПФ). Прямые методы расчета ДПФ. Приближенные методы расчета ДПФ. Понятие фиксирующего элемента. Математическое описание фиксатора. Структурные дискретных САУ. Способы преобразования структурных схем. Применение метода пространства состояния дискретных и дискретно-непрерывных систем. Уравнение переходных состояний.</p> <p>Тема 3. Устойчивость дискретных систем.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Анализ устойчивости дискретных систем автоматического управления. Геометрическая интерпретация устойчивости дискретных систем. Критерий Шур-Кона. Применение критериев Гурвица, Михайлова и Найквиста для устойчивости дискретных САУ.</p> <p>Тема 4. Методы синтеза дискретных систем автоматического управления.</p> <p>Определение показателей качества в дискретных системах автоматического управления. Понятие цифровых САУ. Структурная и функциональная схема цифровых систем автоматического управления. Особенности синтеза цифровых САУ. Цифровой регулятор оптимальный по быстродействию. Метод переменного коэффициента управления. Синтез апериодического цифрового регулятора.</p>				
<p>Основы теории нелинейных систем автоматического управления.</p>	8	8	2	16
<p>Тема 6. Особенности нелинейных систем управления. Описание нелинейных систем. Особенности нелинейных систем автоматического управления. Нелинейные модели. Модели нелинейных систем в форме Коши. Условия линеаризации нелинейных систем. Применение численных методов исследования нелинейных САУ. Представление нелинейных систем в виде нейронной сети. Классификация нелинейных САУ. Правила преобразования структурных схем нелинейных САУ</p> <p>Тема 7. Методы исследования нелинейных систем. Устойчивость нелинейных систем автоматического управления.</p> <p>Задачи исследования нелинейных систем. Анализ равновесных режимов. Метод фазовых траекторий для исследования нелинейных систем. Свойства фазовой плоскости. Анализ поведения СУ на фазовой плоскости. Метод гармонической линеаризации. Применение метода гармонической линеаризации для определения параметров автоколебаний в нелинейной САУ. Критерий Гольдфарба. Метод припасовывания. Особенности устойчивости движения динамических нелинейных систем автоматического управления. Понятие абсолютной устойчивости, устойчивости в малом, устойчивости в большом, режима автоколебаний. Устойчивость положений равновесия: Первый и второй методы Ляпунова. Применение приближенных методов для определения устойчивости нелинейных САУ.</p> <p>Исследование</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>периодических режимов методом гармонического баланса. Частотный метод исследования абсолютной устойчивости. Критерий Попова для определения абсолютной устойчивости нелинейных САУ.</p> <p>Тема 8. Методы синтеза нелинейных систем автоматического управления.</p> <p>Особенности синтеза нелинейных систем. Метод компенсации нелинейных характеристик. Влияние гибких обратных связей. Частотный метод синтеза нелинейных систем автоматического управления.</p> <p>Особенности синтеза релейных САУ. Связь показателей качества релейных следящих систем с их фазовыми траекториями. Скользящие режимы.</p> <p>Применение вычислительных средств для исследования и проектирования нелинейных САУ.</p>				
ИТОГО по 6-му семестру	18	24	6	56
7-й семестр				
Инженерные методы настройки типовых регуляторов	0	4	4	10
<p>Тема 9. Инженерные методы настройки типовых регуляторов.</p> <p>Особенности инженерных методов настройки.</p> <p>Экспериментальные и расчетные методы настройки типовых регуляторов. Метод Циглера-Никольса.</p> <p>Настройка на амплитудный оптимум. Метод Куна.</p> <p>Метод, основанный на реакции на ступенчатое воздействие. Методы AMIGO, Копеловича, Стогестада, Шедела</p>				
Метод корневого годографа	0	2	2	4
<p>Тема 10. Метод корневого годографа</p> <p>Корневые методы оценки качества. Метод корневого годографа. Особенности применения метода корневого годографа при настройке типовых регуляторов. Использование программных средств CONTROL SYSTEM TOOLBOX для синтеза САУ методом корневого годографа</p>				
Стохастические САУ	0	4	4	6
<p>Тема 11. Случайные сигналы и процессы.</p> <p>Случайные процессы в системах. Математическое описание случайных сигналов. Основные характеристики случайных процессов; среднее значение, дисперсия. Гипотеза эргодичности.</p> <p>Марковские случайные процессы. Корреляционные функции и их свойства. Спектральная плотность и ее свойства.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Типовые случайные процессы: «белый шум», «цветной шум», случайный ступенчатый сигнал и случайный сигнал со скрытой периодической составляющей. Взаимная корреляционная функции и их свойства. Взаимная спектральная плотность и ее свойства</p> <p>Тема 12. Методы анализа и синтеза линейных стохастических систем.</p> <p>Прохождение случайных сигналов через линейные звенья. Преобразование случайного сигнала линейной системой во временной и частотной области. Анализ и синтез линейных стохастических систем при стационарных случайных воздействиях. Вычисление и минимизация дисперсии сигнала ошибки замкнутой системы. Синтез линейных САУ по минимуму среднеквадратичного отклонения. Использование программных средств SIMULINK для анализа и синтеза стохастических систем</p>				
Оптимальное управление	0	2	2	8
<p>Тема 13. Оптимальные и адаптивные системы автоматического управления.</p> <p>Общая характеристика и классификация оптимального управления. Задача оптимального управления. Понятия критерия оптимальности. Методы оптимального управления: вариационное исчисление, принцип максимума Понтрягина и динамическое программирование. Системы оптимальные по быстродействию. Системы оптимальные по критериям расхода ресурсов и расхода энергии. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов. Робастные системы и адаптивное управление. Адаптивные САУ. Классификация адаптивных САУ. Поисковые адаптивные САУ. Методы Гаусса-Зейделя, наискорейшего спуска - как основа алгоритма адаптации в поисковых системах. Беспойсковые адаптивные системы.</p>				
Синтез и анализ САУ средствами CONTROL SYSTEM TOOLBOX, SISO DESIGN TOOLBOX	0	4	4	8
<p>Тема 14. Специализированные программные средства.</p> <p>Прикладная программная среда Control System Toolbox. Основное назначение, операторы и функции.</p> <p>Прикладная программная среда SISO Design</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
System Toolbox. Основное назначение, операторы и функции. Синтез и исследование САУ с помощью Control System Toolbox и SISO Design ToolBox				
ИТОГО по 7-му семестру	0	16	16	36
ИТОГО по дисциплине	18	40	22	92

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Синтез САУ методом частотной коррекции
2	Оценка качества корневым методом (Метод Кулебакина, ИКО)
3	Расчет дискретных передаточных функций с использованием дискретного преобразования апласа
4	Исследования нелинейных систем
5	Расчет двухконтурной САУ методои подчиненного регулирования.
6	Расчет типовых регуляторов методами инженерной настройки
7	Расчет типовых регуляторов методом корневого годографа
8	Расчет регуляторов со сдвигом по фазе
9	Расчет дисперсии ошибки в стохастических САУ
10	Расчет оптимальных регуляторов (принцип максимума Понтрягина)

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Синтез систем по критерию минимума интеграла ошибки
2	Синтез САУ методами параметрической оптимизации систем по критериям модульного и симметричного оптимумов
3	Синтез САУ методом обратных связей по состоянию
4	Синтез импульсных систем методом переменного коэффициента усиления
5	Анализ устойчивости дискретных САУ
6	Исследование нелинейных САУ методом фазовых траектори
7	Исследование возможности автоколебаний в нелинейных системах автоматического управления
8	Инженерные методы гастройки типовых регуляторов

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
9	Исследование стохастических систем
10	Синтез и анализ САУ средствами Control System Toolbox и SISO Design Toolbox

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Синтез и анализ САУ

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

<p>Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.</p> <p>Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.</p> <p>Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.</p> <p>При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей</p>

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
 2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
 3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
 4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем.
- Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Бесекерский В. А., Попов Е. П. Теория систем автоматического управления. 4-е изд., перераб. и доп Санкт-Петербург : Профессия, 2004. 749 с.	125
2	Казанцев В. П. Теория автоматического управления. Линейные системы управления : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2007. 165 с. 10,5 усл. печ. л.	72
3	Лукас В.А. Теория управления техническими системами : учебное пособие для вузов. 4-е изд., испр Екатеринбург : Изд-во УГГУ, 2005. 676 с.	50
4	Теория автоматического управления : учебник для вузов / Душин С.Е., Зотов Н.С., Имаев Д.Х., Кузьмин Н.Н., Яковлев В.Б. 2-е изд., перераб М. : Высш. шк., 2005. 567 с.	47
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления : пер. с англ. Москва : Лаб. Базовых Знаний, 2004. 831 с	108
2	Журомский В. М. Линейные системы автоматического управления. Частотные методы. Инженерно-физические основы : учебное пособие для вузов. 2-е изд Москва : Юрайт, 2019. 153 с	1
3	Затонский А. В., Тугашова Л. Г. Моделирование объектов управления в MatLab : учебное пособие. Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2019. 142 с	1
4	Медведев В. С., Потемкин В.Г. Control System Toolbox. MATLAB 5 для студентов. Москва : Диалог-МИФИ, 1999. 287 с	4
5	Мирошник И. В. Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы : учебное пособие для вузов. СПб : Питер, 2006. 271 с.	1
6	Филлипс Ч, Харбор Р Системы управления с обратной связью : пер. с англ. Москва : Лаборатория Базовых Знаний, 2001. 615 с	24

2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Журомский В. М. Линейные системы автоматического управления. Частотные методы. Инженерно-физические основы : учебное пособие для вузов. 2-е изд Москва : Юрайт, 2019. 153 с	URL: https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks224001	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	Кудинов Ю. И., Пащенко Ф. Ф. Теория автоматического управления (с использованием MATLAB — SIMULINK) : учебное пособие. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург : Лань, 2019	URL: https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-111198	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	Медведев В. С., Потемкин В.Г. Control System Toolbox. MATLAB 5 для студентов. Москва : Диалог	URL: https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks38122	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Казанцев В. П. Теория автоматического управления. Линейные системы управления : учебное пособие. Пермь : ПНИПУ, 2007	URL: https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-160419	локальная сеть; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.

Вид ПО	Наименование ПО
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Microsoft Office Visio Professional 2016 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовой проект	ПК с установленным ПО в комплекте: системный блок, монитор, клавиатура, мышь	10
Лабораторная работа	ПК с установленным ПО в комплекте: системный блок, монитор, клавиатура, мышь	10
Лекция	Проектор, экран, ПК или ноутбук, маркерная доска, маркер, интерактивная доска	1
Практическое занятие	Проектор, экран, ПК или ноутбук, маркерная доска, маркер, интерактивная доска	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Теория автоматического управления (расширенный курс)»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	15.03.06 Мехатроника и робототехника
Направленность (профиль) образовательной программы:	«Сервисные роботы и робототехнические системы»
Квалификация выпускника:	«Бакалавр»
Выпускающая кафедра:	Микропроцессорных средств автоматизации
Форма обучения:	Очная

Курс: 3, 4

Семестр: 6, 7

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:	5 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	180 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Зачёт: 5, 6 семестры
Курсовой проект: 6 семестр

Пермь 2023

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров (6-го и 7-го семестра учебного плана) и разбито на 8 учебных модулей. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, выполнения занятий по тематике практических работ, сдаче отчетов по лабораторным работам, защиты курсового проекта и зачетов. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР		Зачёт
Усвоенные знания						
З.1 знать: основные принципы и законы функционирования систем автоматического управления; основные методы синтеза линейных непрерывных САУ; типовые законы управления; математическое описание дискретных САУ; критерии устойчивости дискретных САУ; методы синтеза дискретных САУ; особенности нелинейных САУ; особенности исследования нелинейных САУ; методы синтеза нелинейных САУ; основные программные и аппаратные средства моделирования и исследования САУ		ТО		КР1 КР2 КР3 КР4		ТО
Освоенные умения						
У.1 уметь выбирать структуры и схемы автоматического регулирования и управления; осуществлять параметрическую оптимизацию регулирующих и управляющих устройств; синтезировать законы и алгоритмы оптимального управления объектами; анализировать качество управления;			ОЛР1 ОЛР2 ОЛР3 ОЛР4 ОЛР5 ОЛР6 ОЛР7 ОЛР8			ПЗ

осуществлять моделирование САУ с помощью современных программных и аппаратных средств.			ОЛР9 ОЛР10			
Приобретенные владения						
В.1 владеть навыками анализа и синтеза линейных, дискретных и нелинейных САУ; навыками исследования и моделирования линейных, дискретных и нелинейных САУ с помощью стандартных программных средств			КП			ПЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КП – курсовой проект; КЗ – комплексное задание дифференцированного зачета.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме.

Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 10 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 4 промежуточные контрольные работы (КР) после освоения студентами основных тем всех учебных модулей дисциплины:

- КР1 – «Типовые регуляторы»
- КР2 – «Математическое описание дискретных САУ»
- КР3 – «Устойчивость дискретных САУ»
- КР4 – «Особенности описания и исследования нелинейных САУ»

Типовые задания к контрольным работам:

- КР1 – Расчет ПИД-регулятора, настроенного на ИВМО, для заданного объекта управления;
- КР2 - Z-преобразования
- КР3 - Оценить устойчивость дискретной САУ методом Шур-Кона;
- КР4 – Построение статической характеристики нелинейной САУ

2.3. Выполнение курсового проекта по дисциплине

Для оценивания умений и владений, как результата обучения по дисциплине, используются курсовой проект.

Типовые задания по курсовому проекту по дисциплине приведены в рабочей программе дисциплины.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуальных заданий приведены в общей части ФОС программы бакалавриата.

2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий

студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.