

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

« 27 » декабря 20 22 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Оптимальные и адаптивные системы управления энергетическими установками  
(наименование)

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

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

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

**Направление подготовки:** 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Цифровые технологии проектирования систем управления и контроля авиационных двигателей и энергетических установок  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины – формирование комплекса знаний и умений в области адаптивных и оптимальных методов управления авиационными двигателями и наземными энергетическими установками и навыков теоретического и экспериментального исследования этих систем.

Задачи учебной дисциплины:

- Изучение методов и алгоритмов построения адаптивных и оптимальных законов управления.
- Формирование умения производить выбор методов и алгоритмов построения адаптивных и оптимальных законов управления для различных объектов управления.
- Формирование навыков проектирования адаптивных и оптимальных систем.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- линейные и нелинейные объекты управления,
- методы оценки качества переходных процессов и критерии оптимальности,
- методы и алгоритмы построения оптимальных законов управления,
- методы и алгоритмы построения адаптивных законов управления,
- выбор и обоснование оптимальных решений при создании адаптивных и оптимальных систем управления.

### 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-2.2	ИД-1ПК-2.2	Знает: современные технологии и основные положения методов моделирования физических процессов протекающих в авиационных энергетических установках; основные положения теории оптимального управления, такие как виды критериев оптимального управления, способы решения задач оптимального управления; основные положения теории адаптивного управления, такие как классификация алгоритмов адаптивного управления, способы построения систем адаптивного управления; современные технологии построения систем адаптивного и оптимального управления применимые к авиационным электроэнергетическим установкам.	Знает современные технологии и основные положения методов моделирования процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления, в том числе методов интеллектуального анализа данных	Экзамен
ПК-2.2	ИД-2ПК-2.2	Умеет: применять основные методы моделирования процессов применительно к задачам моделирования систем управления авиационных энергетических установок; применять основные методы адаптивного и оптимального управления для управления авиационными энергетическими установками.	Умеет применять основные методы моделирования процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления, в том числе методы интеллектуального анализа данных	Отчёт по практическому занятию
ПК-2.2	ИД-3ПК-2.2	Владеет: навыками работы с прикладными	Владеет базовыми навыками моделирования	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		программными пакетами моделирования систем управления на ЭВМ; навыками моделирования систем адаптивного и оптимального управления авиационных энергетических установок; навыками оформления отчета по результатам проведенного моделирования.	процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления, в том числе интеллектуального анализа данных; навыками оформления отчета по результатам проведенного моделирования	му занятию
ПК-2.3	ИД-1ПК-2.3	Знает критерии выбора оптимальных решений при создании систем адаптивного и оптимального управления авиационными энергетическими установками.	Знает критерии выбора оптимальных решений при создании продукции, разработке автоматизированных технологий и производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики и испытаний, управления производством, жизненным циклом продукции и ее качеством, программного обеспечения, а также при внедрении и эффективной эксплуатации таких решений	Экзамен
ПК-2.3	ИД-2ПК-2.3	Умеет выбирать оптимальные решения при создании систем адаптивного и оптимального управления авиационными энергетическими установками.	Умеет выбирать оптимальные решения при создании продукции, разработке автоматизированных технологий и производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики и испытаний, управления производством, жизненным циклом продукции и ее качеством, программного обеспечения, а также при внедрении и эффективной эксплуатации таких решений	Отчёт по практическом у занятию
ПК-2.3	ИД-3ПК-2.3	Владеет: навыками составления технико-экономических	Владеет навыками составления технико-экономических	Отчёт по практическом у занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		обоснований внедрения оптимальных решений при создании систем адаптивного и оптимального управления авиационными энергетическими установками	обоснований внедрения оптимальных решений при создании продукции, разработке автоматизированных технологий и производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики и испытаний, управления производством, жизненным циклом продукции и ее качеством, программного обеспечения, их внедрении и эффективной эксплуатации	

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	72	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	32	32	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	36	36	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

### 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

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<b>3-й семестр</b>				
Введение и оптимальные системы управления	16	0	18	36
Тема 1 Введение. Цели, задачи, классификация методов адаптивного и оптимального управления. Тема 2. Линейные и нелинейные объекты управления. Виды нелинейностей. Критерии оптимальности. Классификация критериев оптимальности. Оптимальное управление. Принцип максимума Понтрягина.				
Адаптивные системы управления	16	0	18	36
Тема 3. Классификация адаптивных систем. Эталонная модель, неявная эталонная модель, настраиваемая модель. Идентификация параметров объекта управления в реальном времени. Тема 4. Беспорочное адаптивное управление. Параметрическая адаптация. Сигнальная адаптация				
<b>ИТОГО по 3-му семестру</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	<b>72</b>
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	<b>72</b>

#### Тематика примерных практических занятий

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование темы практического (семинарского) занятия</b>
1	Линейные и нелинейные объекты управления. Виды и место нелинейностей в моделях.
2	Выбор показателей качества и критерия оптимальности.
3	Оптимальное управление. Принцип максимума Понтрягина.
4	Расчет эталонной модели. Настраиваемая модель.
5	Идентификация параметров объекта управления в реальном времени.
6	Сигнальное беспорочное адаптивное управление.
7	Параметрическое адаптивное управление.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

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.

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.

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.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 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
<b>1. Основная литература</b>		
1	Адаптивные системы управления газотурбинными двигателями летательных аппаратов / Рутковский В. Ю., Ильясов Б. Г., Кабальнов Ю. С., Болотовская Л. А. Москва : Изд-во МАИ, 1994. 220 с.	2

2	Методы классической и современной теории автоматического управления. Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления / Пупков К. А., Егупов Н. Д., Баркин А. И., Воронов Е. М. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. 654 с.	16
3	Методы классической и современной теории автоматического управления. Методы современной теории автоматического управления / Пупков К. А., Егупов Н. Д., Баркин А. И., Зайцев А. В. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. 783 с.	15
4	Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. Москва : Физматлит, 2018. 440 с. 27,5 усл. печ. л.	11
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Абдрахманов В. Г., Рабчук А. В. Элементы вариационного исчисления и оптимального управления. Теория, задачи, индивидуальные задания : учебное пособие. 2-е изд., испр. Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2021. 111 с. 5,88 усл. печ. л.	21
2	Адаптивные системы автоматического управления : учебное пособие / Антонов В. Н., Пришвин А. М., Терехов В. А., Янчевский А. Э. Ленинград : Изд-во ЛГУ, 1984. 202 с.	8
3	Александров А. Г. Оптимальные и адаптивные системы : учебное пособие для вузов. Москва : Высш. шк., 1989. 263 с.	4
4	Фрадков А. Л. Адаптивное управление в сложных системах : Беспоисковые методы. Москва : Наука, 1990. 293 с.	2
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	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	Мирошник И. В. Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы : учебное пособие для вузов.	URL: <a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib24113">https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib24113</a>	локальная сеть; свободный доступ



Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Анализ и синтез САУ методами пространства состояний. Нелинейные, импульсные и оптимальные системы автоматического управления : методические указания к выполнению лабораторных работ / Андриевская Н. В., Билоус О. А., Васильев Е. М., Винокур В. М., Кавалеро	URL: <a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib24479">https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib24479</a>	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Ощепков А. Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-169149">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-169149</a>	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Сердобинцев Ю. П., Кухтик М. П. Оптимальное и адаптивное управление : учебное пособие.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-157184">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-157184</a>	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	MS Windows 7 (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022 )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.

### 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)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="https://техэксперт.сайт/">https://техэксперт.сайт/</a>

## **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Персональный компьютер (ноутбук), проектор, маркерная (меловая) доска	1
Практическое занятие	Персональный компьютер, маркерная (меловая) доска	10

## **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  
«Оптимальные и адаптивные системы управления энергетическими  
установками»

*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	Цифровые технологии проектирования систем управления и контроля авиационных двигателей и энергетических установок
<b>Квалификация выпускника:</b>	«Магистр»
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Микропроцессорных средств автоматизации
<b>Форма обучения:</b>	Очная
<b>Курс:</b> 2	<b>Семестр:</b> 3
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по рабочему учебному плану:	5 3Е
Часов по рабочему учебному плану:	180 ч.
<b>Форма промежуточной аттестации:</b>	
Экзамен:	3 семестр

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся 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 одного семестра (3-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется 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, сдаче отчетов по практическим работам и экзамена. 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	ОПР	Т/КР		Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>З.1</b> знать современные технологии и основные положения методов моделирования	С1	ТО1		КР1		ТВ
<b>З.2</b> знать основные положения теории оптимального управления и адаптивного управления	С2	ТО2		КР2		ТВ
<b>З.3.</b> знать критерии выбора оптимальных решений при создании систем адаптивного и оптимального управления	С3	ТО3		КР1		ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.1</b> уметь применять основные методы моделирования процессов применительно к задачам моделирования систем управления энергетических установок			ОПР1 ,6,7	КР1		ПЗ
<b>У.2</b> уметь применять основные методы адаптивного и оптимального управления для управления энергетическими установками			ОПР3 ,6,7	КР2		ПЗ
<b>У.3.</b> уметь выбирать оптимальные решения при создании систем адаптивного и оптимального управления			ОПР4 ОПР5	КР1		ПЗ

Приобретенные владения							
В.1 владеть навыками моделирования систем адаптивного и оптимального управления			ОПР6 ОПР7				КЗ
В.2 владеть навыками оформления отчета по результатам проведенного моделирования			ОПР1 -7				КЗ
В.3 владеть навыками составления технико-экономических обоснований внедрения оптимальных решений при создании систем адаптивного и оптимального управления			ОПР2				КЗ

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОПР – отчет по практической работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом 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 практическим 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, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты практических работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

### **2.2.1. Защита практических работ**

Всего запланировано 7 практических работ. Типовые темы практических работ приведены в РПД.

Защита практической 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 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Введение и оптимальные системы управления», вторая КР – по модулю 2 «Адаптивные системы управления».

#### **Типовые задания первой КР:**

1. Способы математического представления динамических систем. Виды нелинейных зависимостей.
2. Понятие оптимальной системы. Виды критериев оптимальности.

#### **Типовые задания второй КР:**

1. Этапы синтеза оптимальной системы управления.
2. Классификация адаптивных систем. Критерии выбора вида адаптивной системы.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **2.3. 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.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине**

#### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Принцип максимума Понтрягина применительно к системам управления.
2. Задача оптимального управления в рамках вариационного исчисления.
3. Классификация критериев качества управления.
4. Классификация адаптивных систем.
5. Адаптивное управление с эталонной моделью.
6. Идентификация параметров объекта в реальном времени для адаптивного управления.

#### **Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Сформулировать различные критерии качества электроэнергии с учетом требований ГОСТ для оптимального управления.
2. Синтезировать эталонную модель по заданной нелинейной модели объекта.
3. Рассчитать закон оптимального управления с помощью принципа максимума Понтрягина.

#### **Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Выбрать и обосновать вид адаптивной системы для заданного объекта управления.
2. На основании требований ГОСТ на качество электроэнергии записать комплексный критерий качества для одноблочной газотурбинной электростанции с учетом требований энергоэффективности.
3. Для селективной системы управления газотурбинной установкой выбрать и обосновать место включения адаптивной подсистемы.

Перечень типовых ситуационных заданий и кейсов для проверки умений и владений представлен в приложении 1. *Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.*

### **2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* 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 экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной

программы.

### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенций**

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 экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.



**Типовые ситуационные задания и кейсы для проверки умений и владений**

**Задание № \_\_. (анализ кейс-стади)**

Проверяемые результаты обучения: y2; v2

Задание. Внимательно прочитайте текст предложенного кейса и ответьте на вопросы задания.

**Критерии оценки ситуационных заданий**

**Оценка «пять» ставится, если обучающийся осознанно излагает и оценивает суть данной ситуации, с аргументацией своей точки зрения, умеет анализировать, обобщать и предлагает верные пути решения складывающейся ситуации.**

**Оценка «четыре» ставится, если обучающийся понимает суть ситуации, логично строит свой ответ, но допускает незначительные неточности при определении путей решения.**

**Оценка «три» ставится, если обучающийся ориентируется в сущности складывающейся ситуации, но нуждается в наводящих вопросах, не умеет анализировать и не совсем верно намечает пути решения ситуации.**

**Оценка «два» ставится, если обучающийся не ориентируется и не понимает суть данной ситуации, не может предложить путей ее решения, либо допускает грубые ошибки.**

**Ситуация 1.** В статье\* представлено описание примера системы автоматизации и управления. Проанализируйте информацию, представленную в данной статье, и на основе этого сделайте выводы:

- о принадлежности данной системы к тому или иному классу систем автоматизации и управления;
- о специфике целевого процесса и критериях управления для данной системы;
- об особенностях архитектуры данной системы; о применяемых компьютерных технологиях управления;
- о применяемых компьютерных технологиях управления;
- о составе и классах технических средств автоматизации и управления, используемых в данной системе;
- об организации программного обеспечения данной системы.

\*) Дальян Л., Сенцов А. Автоматизация энергосбережения Надеждинского металлургического завода // Современные технологии автоматизации. – 2013. – № 1. – С. 48–52. URL: <http://www.cta.ru/cms/f/447003.pdf> (дата обращения 28.04.2014).

**Ситуация 2.** Имеется модель сигнала с измерительного преобразователя, который представляет собой сигнал треугольной формы со значением в диапазоне от –5 до + 5. Эта модель реализована в виде следующей программы для блока «userprog» SCADA-пакета Genie:

```
if (q1= =0) q1=0.5;  
if (q2+q1>5) q1=-0.5;
```

```
if (q2+q1<-5) q1=0.5;  
q2=q2+q1;  
outputq2;
```

Преобразуйте данную модель следующим образом:

- измените диапазон допустимых значений на диапазон [0, 10];
- увеличьте в 2 раза скорость увеличения значения сигнала, оставив неизменной скорость уменьшения.

Реализуйте эту модель сигнала в виде программного блока для SCADA-пакета TRACEMODE.

**Ситуация 3.** Рассмотрим SCADE-модель RollControl, в которой вычисляется величина крена самолета и формируются тревожные предупреждения. Необходимо средствами «Верификатора Проекта» SCADE выяснить соответствует ли эта модель следующему свойству: тревожные предупреждения о правом и левом крене никогда не возникают одновременно.

**Ситуация 4.** Пусть устройство управления газовой горелки должно так поддерживать горение, чтобы температура воды в нагреваемом баке оставалась в диапазоне между 50 и 60 °C (начальная температура находится в этом интервале). Была разработана следующая SCADE-модель: **D=false->(ifT=50 thentrueelseifTY=60 thenfalsePre(B)**, где B – выходной поток управления горелкой, T – входной поток значений от датчика температуры. Моделирование показало, что горелка никогда не выключится. Необходимо найти и исправить ошибку.