

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

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель программы аспирантуры

_____ А.А. Южаков
д.т.н., проф., заведующий кафедрой АТ

« 17 » мая 20 22 г.

Рабочая программа дисциплины по программе аспирантуры

**«Автоматизация и управление
технологическими процессами и производствами»**

Научная специальность	2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами
Выпускающие кафедры	Автоматика и телемеханика (АТ) Вычислительная математика, механика и биомеханика (ВММБ) Информационные технологии и автоматизированные системы (ИТАС) Конструирование и технологии в электротехнике (КТЭ) Микропроцессорные средства автоматизации (МСА) Оборудование и автоматизация химических производств (ОАХП) Прикладная математика (ПМ) Электротехника и электромеханика (ЭТиЭМ)
Форма обучения	Очная
Курс: 3	Семестр: 5
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен: 5 Зачет:	Диф.зачет

Пермь 2022

1. Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Автоматизированные системы обработки информации и управления производственными процессами» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)»;
- Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 № 2122 «Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)»;
- Самостоятельно устанавливаемые требования к реализуемым программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Пермского национального исследовательского политехнического университета;
- Базовый план по программе аспирантуры;
- Паспорт научной специальности.

1.1 Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков, необходимых для автоматизации и управления технологическими процессами и производствами на основе системного подхода для оптимизации и проектирования автоматизированных систем.

1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» является обязательной дисциплиной образовательного компонента плана аспиранта.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Кандидатский экзамен представляют собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата наук к проведению научных исследований по конкретной научной специальности и отрасли науки, по которой подготавливается или подготовлена диссертация.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

Знать:

- современные архитектуры систем автоматизации и управления технологическими процессами и производствами;
- методы системного анализа и моделирования;
- методы, способы и средства оптимального проектирования архитектур автоматизированных систем

Уметь:

- разрабатывать системы автоматизации и управления технологическими процессами и производствами;
- применять методы и способы оптимального проектирования архитектур автоматизированных систем.

Владеть:

- владеть приемами системного анализа, моделирования и оптимального проектирования архитектур автоматизированных систем.

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч
		5 семестр
1	Аудиторная работа	20
	В том числе:	
	Лекции (Л)	5
	Практические занятия (ПЗ)	6
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	9
	Самостоятельная работа (СР)	88
	Форма итогового контроля:	Экзамен

4. Содержание учебной дисциплины

4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Введение. Л – 0,5 ч.

Основные понятия, термины и определения, предмет и задачи дисциплины

Понятийно-терминологический аппарат автоматизации и управления технологическими процессами и производствами, теории оптимального управления и проектирования, теория СМО, теория надежности и достоверности проектируемых систем, современные сетевые, интеллектуальные архитектуры на основе нейронной технологии

Предмет и задачи дисциплины. Структура изучения материала. Актуальность обеспечения автоматизации и управления технологических процессов и производств.

Раздел 1. Основы автоматизации и управления технологическими процессами и производствами

Л – 2 ч, ПЗ – 2 ч, КСР – 4 ч, СРС – 44 ч.

Тема 1. Современные задачи и проблемы автоматизации и управления.

Классификация современных систем автоматизации и управления. Архитектуры систем автоматизации технологических процессов и производств. Понятие интеллектуальной, сетевой, иерархической системы на основе нейронной технологии. Проблемы надежности, достоверности современных архитектур систем автоматизации и управления. Требования к нормативной документации указанного класса систем.

Л – 1 ч, ПЗ – 1 ч, КСР – 2 ч, СРС – 22 ч.

Тема 2. Основные архитектуры современных систем автоматизации и управления

Понятие системы автоматизации и управления в «узком» и «широком» смысле. Типовые подсистемы. Состав, назначение и современные структуры и топологии информационно-измерительного тракта. Состав, назначение и современные структуры и топологии подсистемы управления. Состав, назначение и современные структуры и топологии подсистемы обработки, визуализации и регистрации. Структуры каналов. Примеры реализации систем автоматизации и управления на современной элементной базе. Задачи построения человеко-машинных систем. Учет специфики и особенностей тракта управления, тракта измерения, тракта обработки и вычисления. Особенности сетевого взаимодействия подсистем. Иерархия способов управления, измерения и обработки.

Особенности применения современной элементной базы, программного обеспечения, технологий построения архитектур.

Л – 1 ч, ПЗ – 1 ч, КСР – 2 ч, СРС – 22 ч.

Раздел 2. Основы оптимального проектирования систем автоматизации и управления

Л – 2 ч, ПЗ – 4 ч, КСР – 5 ч, СРС – 44 ч.

Тема 3. Методологические основы оптимального проектирования систем автоматизации и управления

Общий подход к оптимальному проектированию (целевая функция, критерий оценивания, методы оптимизации). Применение теории СМО для решения задачи построения оптимальной структуры системы на оборудовании конечной надежности. Пример решения задачи построения сетевой модели СМО измерительного тракта системы автоматизации и управления.

Л – 1 ч, ПЗ – 2 ч, КСР – 2 ч, СРС – 22 ч.

Тема 4. Пример проектирования высоконадежной отказоустойчивой системы автоматизации и управления.

Основные этапы проектирования системы автоматизации и управления. Выбор целевой функции и критерия оценивания для системы автоматизации испытаний. Методика оптимального проектирования измерительного тракта системы автоматизации и управления на примере системы автоматизации испытаний на оборудовании конечной надежности

Л – 1 ч, ПЗ – 2 ч, КСР – 3 ч, СРС – 22 ч.

Заключение. Л – 0,5 ч.

4.2. Перечень тем практических занятий

Таблица 2

Темы практических занятий (из пункта 4.1)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Приобретение знаний и умений по построению современных адаптивных интеллектуальных сетевых архитектур систем автоматизации и управления	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	2	Приобретение знаний и умений по учету специфики и особенностей тракта управления, тракта измерения, тракта обработки и вычисления	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	3	Приобретение знаний и умений по применению теории СМО для решения задачи построения оптимальной структуры системы автоматизации и управления на оборудовании конечной надежности	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
4	4	Приобретение знаний и умений по применению методики оптимального проектирования измерительного тракта системы		

		автоматизации и управления на примере системы автоматизации испытаний на оборудовании конечной надежности. Приобретение знаний и умений по разработке полунатурной модели системы автоматизации и управления		
--	--	--	--	--

4.3. Перечень тем для самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 3

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Современные задачи и проблемы автоматизации и управления. Понятие интеллектуальной, сетевой, иерархической системы на основе нейронной технологии. Проблемы надежности, достоверности современных архитектур систем автоматизации и управления. Требования к нормативной документации указанного класса систем. согласно ЕСКД и ЕСПД	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	Основные архитектуры современных систем автоматизации и управления Состав, назначение и современные структуры и топологии информационно-измерительного тракта. Состав, назначение и современные структуры и топологии подсистемы управления. Состав, назначение и современные структуры и топологии подсистемы обработки, визуализации и регистрации. Понятие измерительного канала (ИК). Физический и виртуальный ИК. Адаптивный ИК. Сетевая топология канала.	Творческое задание	Темы творческих заданий
3	3	Основные проблемы		

		<p>проектирования и реализации систем автоматизации и управления</p> <p>Иерархия способов управления системами автоматизации и управления..</p> <p>Структура цикла управления.</p> <p>Основные составляющие.</p> <p>Влияние отдельных составляющих цикла управления на показатели качества и устойчивости системы. Анализ влияния среды передачи систем автоматизации и управления на примере использования протоколов CSNA (LonWorks)</p>		
4	4	<p>Методологические основы оптимального проектирования систем автоматизации и управления</p> <p>История возникновения системного анализа проектирования. Содержание системного анализа.</p> <p>Методология и методики системного анализа и системного синтеза</p>		
5	5	<p>Пример проектирования высоконадежной отказоустойчивой системы автоматизации и управления</p> <p>Три основных этапа проектирования системы автоматизации и управления.</p> <p>Выбор целевой функции и критерия оценивания для системы автоматизации испытаний на примере системы автоматизации испытаний</p> <p>Целевые функции адаптивного физического и адаптивного виртуального измерительных каналов. Методика оптимального проектирования измерительного такта системы автоматизации и управления на примере системы автоматизации испытаний на оборудовании конечной надежности</p>		

6	6	Виды и типы моделей полунатурного моделирования Понятие о математических моделях, натуральных и полунатурных моделях объектов автоматизации и управления и их классификация. Виды и типы моделей. Физические модели. Аналитические модели. Статистические модели. Полунатурные модели		
7	7	Методы полунатурного моделирования на основе LabView и оборудования фирмы National Instruments Особенности пакета LabView для решения задач полунатурного моделирования		
8	8	Этапы полунатурного моделирования систем автоматизации и управления Этапы замены математической модели системы автоматизации и управления натурными компонентами системы. Особенность процедур решения этапов моделирования в среде LabView		

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» аспирантам 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. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается 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, библиотечно-справочного и информационного, информационно-справочного обеспечения для работы аспиранта по дисциплине

6.1. Библиотечные фонды и библиотечно-справочные системы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1 Основная литература		

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1	Южаков А.А. Автоматизированное проектирование средств и систем управления: учеб. пособие для вузов. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2015. – 212 с.	5 ЭБ ПНИПУ
2	Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов / И. П. Норенков. – М: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. – 431 с.	20
3	Коваленко В. В. Проектирование информационных систем: учебное пособие для вузов / В. В. Коваленко. – М: ФОРУМ, 2012. – 319 с.	2
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебно-методические, научные издания		
1	Цифровые адаптивные информационно-измерительные системы / Б.Я. Авдеев [и др.]. – Санкт-Петербург: Энергоатомиздат, 1997. – 368 с.	70
2	Южаков А.А. Интеллектуальные измерительные преобразователи на основе нейронных технологий / А.А. Южаков. – Пермь: Изд-во ПГТУ, 1997. – 70 с.	4
3	Южаков А.А. Стохастические сети в проектировании технических систем: учеб. пособие / А.А. Южаков. – Пермь: Изд-во ПГТУ, 1999. – 132 с.	158
4	Южаков А.А. Алгоритмы предварительной обработки информации. Проектирование. Реализация: учеб. пособие / А.А. Южаков. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 1998. – 73 с.	34
5	Борисов В.В. Нечеткие модели и сети / В.В. Борисов, В.В. Круглов, А.С. Федулов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 283 с.	4
6	Никифоров В.О. Адаптивное и робастное управление с компенсацией возмущений / В.О. Никифоров. – СПб: Наука, 2003. – 282 с.	3
7	Галушкин А.И. Нейронные сети: основы теории: монография / А.И. Галушкин. – М: Горячая линия-Телеком, 2010. – 496 с.	1
2.2 Периодические издания		
1	<i>Автоматика и телемеханика</i>	
2	<i>Информационно-измерительные и управляющие системы</i>	
3	<i>Нейрокомпьютеры: разработка, применение</i>	
4	<i>Техническая кибернетика</i>	

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

6.2.1. Информационные и информационно-справочные системы

1. *ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC.*

– Ann Arbor, 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

2. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

7.1. Основное учебное оборудование. Рабочее место аспиранта.

Таблица 4

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	ПК Intel Pentium E2180 2.00 ГГц	9	Оперативное управление	315,А

8. Фонд оценочных средств

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра. Формой контроля освоения результатов обучения по дисциплине является кандидатский экзамен, проводимый с учетом результатов текущего контроля.

8.1. Описание показателей и критериев оценивания, описание шкал оценивания.

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию аспирантов

Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценку освоения дисциплин и проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

• Собеседование

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

• Защита отчета о творческом задании

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде экзамена по дисциплине, в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) и практическое задание (ПЗ).

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания. Пример билета представлен в приложении 1.

- **Шкалы оценивания результатов обучения при сдаче экзамена:**

Оценка результатов обучения по дисциплине проводится по 5-балльной системе оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена приведены в табл. 5.

Таблица 5

Шкала оценивания результатов освоения на экзамене

Оценка	Критерии оценивания
5	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные и систематические знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант правильно выполнил контрольное задание билета. Показал успешное и систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.</p>
4	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал недостаточно уверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с небольшими неточностями. Показал в целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>
3	<p>Аспирант продемонстрировал неполные знания при ответе на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал неуверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с существенными неточностями. Показал в целом успешное, но не систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>
2	<p>При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично освоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>

9. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

10. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины

Перечень контрольных вопросов и заданий для сдачи кандидатского экзамена по научной специальности 2.3.3 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» разработан с учетом научных достижений научно-исследовательской школы кафедры.

Типовые творческие задания:

1. Построение и анализ системы оптимального регулирования температуры.
2. Аппаратурно-программная реализация системы компенсации систематических погрешностей измерительного канала методом тестовых измерений
3. Построение и анализ системы стабилизации обратного маятника.
4. Аппаратурно-программная реализация системы компенсации систематических погрешностей измерительного канала методом образцовых мер

Типовые контрольные задания:

1. Понятийно-терминологический аппарат автоматизации и управления технологическими процессами и производствами.
2. Современные сетевые, интеллектуальные архитектуры на основе нейронной технологии.
3. Классификация современных систем автоматизации и управления. Архитектуры систем автоматизации технологических процессов и производств.
4. Состав, назначение и современные структуры и топологии информационно-измерительного тракта.
5. Построить функциональную схему информационно-измерительного тракта (ИИТР) на основе виртуальных измерительных каналов (ВИК).
6. Построить функциональную схему информационно-измерительного тракта (ИИТР) на основе физических измерительных каналов.
7. Построить математическую модель (граф, систему уравнений) в виде модели системы массового обслуживания (СМО) для простейшего пуассоновского входящего потока и потока обслуживания указанного измерительного устройства.

Полный комплект вопросов и заданий в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «Автоматика и телемеханика».

Пример типовой формы экзаменационного билета

Программа

Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

Кафедра

Автоматика и телемеханика

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГАОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)**

Дисциплина

«Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами »

БИЛЕТ № 1

1. Привести классификацию современных систем автоматизации и управления.
2. Представить архитектуры систем автоматизации технологических процессов и производств.
3. Построить функциональную схему информационно-измерительного тракта (ИИТР) на основе виртуальных измерительных каналов (ВИК).

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

Фамилия И.О.

« _____ » 202 _____ г.

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		

