



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., профессор, зав. кафедрой АТ

« 19 » « мая » 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины  
«Интегрированные системы управления автоматизированными  
технологическими процессами и комплексами»**

<b>Научная специальность</b>	2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами
<b>Направленность (профиль) программы аспирантуры</b>	Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами
<b>Выпускающая кафедра</b>	Оборудование и автоматизация химических производств
<b>Форма обучения</b>	Очная
<b>Курс: 2</b>	<b>Семестр (ы): 4</b>
<b>Виды контроля с указанием семестра: Зачет: 4</b>	

Пермь 2022

## 1. Общие положения

Программа дисциплины «Интегрированные системы управления автоматизированными технологическими процессами и комплексами» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 N 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 N 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 у аспирантов представления об общих методологических основах и принципах построения интегрированных систем управления, углубленных профессиональных знаний о современных методах синтеза интегрированных систем управления с заданными свойствами.

**Задачами дисциплины** являются:

- формирование знаний о составе и методах формирования современных интегрированных систем проектирования и управления автоматизированных производств;
- формирование умений формирование умения построения современных интегрированных систем проектирования и управления автоматизированных производств с требуемыми свойствами и под требуемые задачи;
- формирование навыков - формирование навыков применения программно-технических комплексов и разработки видов обеспечения ИС в том числе САПР.

### 1.2. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Интегрированные системы управления автоматизированными технологическими процессами и комплексами» является дисциплиной по выбору образовательного компонента.

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

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

### Знать:

- порядок представления итогов профессиональной деятельности в виде рефератов, в ходе проведения системного анализа и моделирования;
- знать методы и средства проведения научных исследований с помощью интегрированных систем управления и с целью создания интегрированных системы управления автоматизированных технологических процессов и комплексов.

### Уметь:

- представлять итоги профессиональной деятельности в виде рефератов, в ходе проведения системного анализа интегрированных систем; представлять итоги профессиональной деятельности в виде рефератов, в ходе проведения системного анализа интегрированных систем;
- выявлять, анализировать, формулировать и решать задачи, по формированию архитектуры, функций и отдельных подсистем интегрированных системы управления автоматизированных технологических процессов и комплексов.

### Владеть:

- приемами представления итогов профессиональной деятельности в виде рефератов, в ходе проведения системного анализа интегрированных систем;
- приемами разработки интегрированных системы управления автоматизированных технологических процессов и комплексов.

## 3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч
		4 семестр
1	Аудиторная работа	21
	В том числе:	
	Лекции (Л)	-
	Практические занятия (ПЗ)	16
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	5
	Самостоятельная работа (СР)	51
	Форма итогового контроля:	Зачет

## 4. Содержание учебной дисциплины

### 4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

#### Раздел 1. Состав и архитектура АС.

(ПЗ - 8, СР – 25)

##### Тема 1. Техническое обеспечение АС.

*Ключевые слова по разделам:* Интегрированные системы (ИС), жизненный цикл (ЖЦ) ИС, микропроцессорные контроллеры, системы связи, ТО полевого уровня.

**Тема 2.** Программное обеспечение АС.

*Ключевые слова по разделам:* состав ПО, ПО контроллеров, языки МЭК, SCADA, промышленные БД и СУБД;

**Раздел 2. Проектирование АС.**

(ПЗ - 8, СР – 26)

**Тема 3.** Автоматизированное проектирование АС.

*Ключевые слова по разделам:* САПР, CAD, CAM, CAE – системы;

**Тема 4.** Разработка ПО и ИО АС.

*Ключевые слова по разделам:* CASE-разработка ПО; объектная ориентированное проектирование ИО и ПО, парадигмы программирования, ЖЦ ПО.

**4.2. Перечень тем практических занятий**

Примерный перечень тем практических занятий приведен в таблице 2.

Таблица 2

Номер темы	Раздел темы	Содержание	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	Техническое обеспечение АС	Характеристики МПК, УСО, погрешность ЦАП, АЦП. Метрологическое обеспечение АС Стандарты проектирования.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	Программное обеспечение АС.	Основы программирования МПК. Языки МЭК. Решение задач ПАЗ	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	Автоматизированное проектирование АС	Проектирование ИС с применением САПР. Модели CIM, PERA	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
4	Разработка ПО и ИО АС	Разработка ИО и ПО с применением объектного подхода. UML- нотации. Архитектура промышленных БД	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

#### 4.3. Перечень тем для самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа заключается в подготовке к аудиторным занятиям, теоретическом изучении отдельных тем дисциплины и выполнении индивидуального творческого задания.

##### 4.3.1. Тематика для самостоятельного изучения дисциплины:

**Тема 1.** Характеристики МПК, УСО, погрешность ЦАП, АЦП. Метрологическое обеспечение АС. Нормативные документы проектирования ИС.

**Тема 2.** Языки МЭК 611-31. Основы программирования технологических контроллеров.

**Тема 3.** Основные САПР для проектирования АС. Модели CIM, PERA

**Тема 4.** UML- нотации. SQL. Архитектура промышленных БД

#### 5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины аспирантам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению индивидуального комплексного задания.
4. 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.

#### 6. Перечень учебно-методического, библиотечно-справочного и информационного, информационно-справочного обеспечения

##### 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
<b>1 Основная литература</b>		
1.	Вычислительные системы, сети и телекоммуникации : учебник для вузов / А.П. Пятибратов, Л.П. Гудыно, А.А. Кириченко; Под ред. А.П. Пятибратова .— 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Финансы и статистика, 2013 .— 559 с.: ил.	7
2.	Промышленные контроллеры в системах автоматизации технологических процессов : учебное пособие для вузов / В. В. Кангин .— Старый Оскол : ТНТ, 2013 .— 407 с.	3
<b>2 Дополнительная литература</b>		
<b>2.1 Учебно-методические, научные издания</b>		
1.	Федоров Ю.Н. Порядок создания, модернизации и сопровождения АСУТП: методическое пособие / Ю. Н. Федоров.— Москва: Инфра-Инженерия, 2011.— 566 с.	2

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
2.	Деменков Н.П. Языки программирования промышленных контроллеров : учебное пособие / Н.П. Деменков ; Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана; Под ред. К.А. Пупкова .— Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004 .— 167 с. : ил .— Библиогр.: с. 166 .— Прил.: с. 149-165	1
3.	Петров И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования / И.В.Петров .— М. : СОЛОН-Пресс, 2004 .— 253 с. : ил .— (БИ: Библиотека инженера) .— Библиогр.: с. 242-244 .— Интернет-ссылки: с. 245 .— Прил. Пер. спец. терминов и сокр.: с. 246-247 .— ISBN 5-98003079-4 : 130-50.	4
4.	Дорф Р. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп; Пер. с англ. Б.И. Копылова. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2012 – 832 с.: ил.	3
5.	Перельмутер В.М Пакеты расширения MATLAB. Control System Toolbox и Robust Control Toolbox –М: СОЛОН-ПРЕСС, 2008. -224 с: ил.	5
<b>2.2 Периодические издания</b>		
1.	Автоматика и телемеханика	
2.	Известия Российской академии наук. Теория и системы управления	
<b>2.3 Нормативно-технические издания</b>		
1.	ГОСТ 7.32-2017. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления	<i>Консультант Плюс</i>
2.	ПБ 09-540-03 Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств	<i>Консультант Плюс</i>
3.	Правила устройства электроустановок (ПУЭ)	<i>Консультант Плюс</i>
4.	ГОСТ Р 52350.10 -2005 (МЭК 60079-10:2002). Электрооборудование для взрывоопасных газовых сред. Часть 10. Классификация взрывоопасных зон"	<i>Техэксперт</i>
5.	ГОСТ Р МЭК 61508-2—2007 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых, связанных с безопасностью	<i>Техэксперт</i>
<b>2.4 Официальные издания</b>		
1	Не предусмотрены	

## 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманит., обществ., естеств. и

техн. наукам] / Электрон.-библиотечная система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

3. 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.

4. 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.

5. Cambridge Journals [Electronic resource : полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманит., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / University of Cambridge. – Cambridge : Cambridge University Press, 1770-2012. – Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/>. – Загл. с экрана. 11.

### **6.2.1. Информационные и информационно-справочные системы**

1. справочная Правовая Система КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: [полнотекстовая база данных правовой информ. : док., коммент., кн., ст., обзоры и др.]. – Версия 4015.00.02, сетевая, 50 станций. – Москва, 1992–2016. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.\

2. Информационная система Техэксперт: Интранет [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : законодат. и норматив. док., коммент., журн. и др.] / Кодекс. – Версия 6.3.2.22, сетевая, 50 рабочих мест. – Санкт-Петербург, 2009-2013. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

### **6.2.2. Профессиональные базы данных**

Не используются.

## 7. Описание материально-технической базы

### 7.1. Основное учебное оборудование. Рабочее место аспиранта.

Таблица 3

№ 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	Персональные компьютеры (локальная компьютерная сеть): процессор Soc-1155 INTEL Core i5-3570K; материнская плата Soc-1155 ASUSTek P8H77-V LE (RTL) <H77>; память ОЗУ DDR -III DIMM 2x4Gb. Проектор Benq MX660P DLP (потолочное крепление); Экран ScreenMedia Economy 165x165 MW 1. настенный	10	Оперативное управление	308а
	Комплект лабораторного оборудования для автоматизации технологических процессов АТППЗ-С-К (изготовитель: ИПЦ «Учебная техника», г. Челябинск)	2	Оперативное управление	309

## 8. Фонд оценочных средств

В таблице 4 приведены контролируемые результаты обучения и виды контроля.

Таблица 4

### Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине	Вид контроля	
	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
<b>Усвоенные знания</b>		
<b>3.1</b> знать порядок представления итогов профессиональной деятельности в виде рефератов, в ходе проведения системного анализа и моделирования;	Собеседование, дискуссия	Доклад по теме индивидуального комплексного задания
<b>3.2</b> знать методы и средства проведения научных исследований с помощью интегрированных систем управления и с целью создания интегрированных системы управления автоматизированных технологических процессов и комплексов.	Собеседование, дискуссия	Доклад по теме индивидуального комплексного задания
<b>Освоенные умения</b>		
<b>У.1</b> уметь представлять итоги профессиональной деятельности в виде рефератов, в ходе проведения системного анализа интегрированных систем; представлять итоги профессиональной деятельности в виде рефератов, в ходе проведения системного анализа интегрированных систем;	Собеседование, дискуссия	Доклад по теме индивидуального комплексного задания



У.2 уметь выявлять, анализировать, формулировать и решать задачи, по формированию архитектуры, функций и отдельных подсистем интегрированных системы управления автоматизированных технологических процессов и комплексов.	Собеседование, дискуссия	Доклад по теме индивидуального комплексного задания
<b>Приобретенные владения</b>		
В.1 владеть приемами представления итогов профессиональной деятельности в виде рефератов, в ходе проведения системного анализа интегрированных систем;	Собеседование, дискуссия	Доклад по теме индивидуального комплексного задания
В.2 владеть приемами разработки интегрированных системы управления автоматизированных технологических процессов и комплексов.	Собеседование, дискуссия	Доклад по теме индивидуального комплексного задания

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

#### Текущий контроль

Текущий контроль проводится в виде собеседования или (и) дискуссии с преподавателем, ведущим дисциплину.

#### Промежуточная аттестация

Итоговой оценкой результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, с учетом результатов текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме устного выступления с докладом по теме индивидуального комплексного задания.

### 8.2. Шкалы оценивания результатов обучения:

Оценка результатов обучения по дисциплине «Интегрированные системы управления автоматизированными технологическими процессами и комплексами» проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета приведены в табл. 5.

Таблица 5

Шкала и критерии оценки результатов обучения на зачете

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	Аспирант достаточно свободно использует фактический материал по заданному вопросу, умеет определять причинно-следственные связи событий, логично и грамотно, с использованием профессиональной терминологии обосновывает свою точку зрения.
	Аспирант выполнил творческое задание успешно, показав в целом систематическое или сопровождающееся отдельными ошибками <b>применение</b> полученных знаний и <b>умений</b> , аспирант ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Аспирант может объяснить полностью или частично полученные результаты
<i>Незачтено</i>	Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии.
	Аспирант допустил много ошибок или не выполнил творческое задание

## 9. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

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.

Задания для оценивания когнитивных умений (знаний) должны предусматривать необходимость проведения аспирантом интеллектуальных действий:

- по дифференциации информации на взаимозависимые части, выявлению взаимосвязей между ними и т.п.;
- по интерпретации и творческому усвоению информации из разных источников, ее системного структурирования;
- по комплексному использованию интеллектуальных инструментов учебной дисциплины для решения учебных и практических проблем.

При составлении заданий необходимо иметь в виду, что они должны носить практико-ориентированный комплексный характер и формировать закрепление осваиваемых компетенций.

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

10.1 Типовые теоретические вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине:

1. Состав CAD-систем. Связь CAD-систем с другими системами.
2. Проектирование SCADA. Связь SCADA с другими системами.
3. Проектирование ИО с применением UML.
4. Модели PERA. Назначение, структура, реализация.

10.2 Типовые творческие задания:

Темы творческих заданий для оценивания приобретенных умений и владений по дисциплине определяются тематикой диссертационной работы и формулируются применительно к реализации разработок диссертаций, имеющих научное и практическое значение.

1. *Провести анализ требований к архитектуре АСНИ для интеграции с АСУТП и ГАПС.*
2. *Интеграция лабораторной информационной системы (ЛИС) с базой данных реального времени (БДРВ)*

Для технологической установки средствами заводской лаборатории осуществляется контроль показателей качества сырья, товарных продуктов и полупродуктов в соответствии с ГОСТ, ТУ и регламентными значениями.

Для автоматизации работы заводской лаборатории используется Лабораторная информационная система LIMS I-LDS фирмы «Индасофт».

Необходимо реализовать и автоматизировать бизнес-процесс лабораторного контроля, осуществить передачу результатов лабораторного контроля и времени отбора анализируемой пробы в:

- тэг PCSU (например, Emerson DeltaV, Honeywell Experion) с визуализацией на мнемосхеме в режиме реального времени с индикацией обновления показаний и построением тренда любого из показателей качества;
- тэг PI System с визуализацией изменения показателя на мнемосхеме.

### *3. Автоматизированный расчет материального баланса*

С применением компьютерного тренажера установки химической технологии разработать систему расчета материального баланса с интеграцией результатов в базу данных PI System.

В PCSU для контроля расхода материальных потоков на входе и выходе установки установлены объемные расходомеры. По основному сырьевому продукту расходомер имеет канал измерения плотности.

Необходимо рассчитать материальный баланс установки по основным материальным потокам в виде:

- суммарный расход за текущий месяц,
- суммарный расход за прошлый месяц,
- суммарный расход за текущие сутки,
- суммарный расход за прошедшие сутки,
- суммарный расход за текущий час,
- суммарный расход за прошедший час.

Реализовать расчет материального баланса следующими способами:

- средствами PCSU с ручным вводом значения плотности продуктов
- средствами PCSU с чтением актуального значения плотности продуктов из тэгов PI System. Значение плотности определяется при лабораторном контроле и вносится в PI System инженером лаборатории вручную.
- аналогично предыдущему варианту, но расчет материального баланса осуществляется в PI System.

Лист регистрации изменений

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