

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

**Физический факультет
Кафедра автоматизации физико-технических исследований**



ПТВЕРЖДАЮ
Декан ФФ, д.ф.-м.н
В.Е.Блинов
2022 г.

Рабочая программа дисциплины

**АРХИТЕКТУРЫ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ**

**Направление: 03.03.02 Физика
Направленность (профиль): Физическая информатика**

Форма обучения
Очная

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Лабораторные занятия	Консультации в период занятий			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	72	16	32		22				2	
Всего 72 часа / 2 зачётные единицы, из них: - контактная работа 50 часов										
Компетенции: ПК-1, ПК-2										

Ответственный за образовательную программу
д.ф.-м.н., проф.

С. В. Цыбуля

Новосибирск, 2022

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.	3
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.	5
5. Перечень учебной литературы.	8
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.	8
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	8
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	8
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	8
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.	9

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Дисциплина «Архитектуры автоматизированных систем управления технологическими процессами» имеет своей целью обучение магистрантов теоретическим основам организации, проектирования, разработки, эксплуатации и сопровождения Автоматизированных Систем Управления Технологическими Процессами (АСУ ТП), а также получение ими начальных практических навыков разработки управляющего программного обеспечения на языках технологического программирования. Дисциплина нацелена на формирование у выпускника компетенций ПК-1 и ПК-2.

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способность использовать специализированные знания в области физики при построении теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при воспроизведении учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты. ПК 1.2 Использует специализированные знания при проведении научных изысканий в избранной области.	Знать организацию и возможности современных сред для разработки технологического программного обеспечения; технологии создания, внедрения, эксплуатации и сопровождения АСУ ТП. Уметь создавать программы контроля и управления технологическими объектами, используя среды для разработки технологического программного обеспечения.
ПК-2 Способность использовать специализированные знания в области физики при решении научных и практических задач в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	ПК - 2.1. Проводит научные исследования в избранной области в соответствии с профилем подготовки и в зависимости от специфики объекта исследования с помощью современной приборной базы. ПК – 2.2. Использует специализированные знания в области физики и математики при выборе методов расчета, проведении статистического анализа экспериментальных данных.	Знать языки технологического программирования (промышленный стандарт IEC-61131); состав и порядок принятия мер по обеспечению надежности функционирования АСУ ТП. Уметь применять современные методы проектирования, разработки и внедрения АСУ ТП.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Архитектуры автоматизированных систем управления технологическими процессами» читается в весеннем семестре 3 курса обучающимся по направлению подготовки **03.03.02 Физика**. В результате прохождения курса выпускники должны овладеть принципами организации, проектирования, разработки, эксплуатации и сопровождения АСУ ТП, а также получить начальные навыки разработки управляющего программного обеспечения.

Выпускники, приступающие к изучению этой дисциплины, должны иметь общую базовую подготовку в рамках программы первых трех лет обучения, в том числе:

- иметь общее представление о современных языках программирования С, С++ и Python и особенностях их применения,
- обладать опытом программирования и участия в учебных программных проектах,
- знать основы схемотехники, электроники и электротехники,
- иметь практический опыт лабораторных измерений.

Данный курс знакомит с новейшей архитектурой систем, базирующихся на открытых стандартах в области автоматизации, что позволяет привести качество подготовки инженеров-разработчиков и пользователей АСУ ТП к мировым стандартам.

Дисциплина знакомит с правилами построения АСУ ТП, с принципами их работы, а также с ведущими мировыми разработками в области автоматизации, и способствует получению практических навыков в разработке управляющих программ для АСУ ТП.

Обучающиеся знакомятся с отдельными компонентами и с целыми программно-техническими комплексами АСУ ТП и получают представление об инженерных особенностях проектирования, разработки, эксплуатации и сопровождения АСУ ТП.

Полученные в рамках курса знания и навыки могут применяться в области автоматизации научных экспериментов, мониторинга и управления опытно-промышленными технологическими установками.

3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Лабораторные занятия	Консультации в период занятий			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	72	16	32		22				2	
Всего 72 часа /2 зачётные единицы, из них: - контактная работа 50 часов										
Компетенции: ПК-1, ПК-2										

Реализация дисциплины предусматривает практическую подготовку при проведении следующих видов занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа студента, дифференцированный зачет.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль успеваемости: опрос студентов в начале каждого занятия.

Промежуточная аттестация: дифференцированный зачет.

Общая трудоёмкость рабочей программы дисциплины составляет 72 академических часа/2 зачётные единицы:

- занятия лекционного типа – 16 часов;
- лабораторные занятия – 32 часа;

- самостоятельная работа обучающегося в течение семестра, не включая период сессии – 22 часа;
- промежуточная аттестация (дифференцированный зачёт) – 2 часа.

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа, лабораторные занятия, дифференцированный зачёт) составляет 50 часов.

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачётные единицы / 72 академических часа.

№ п/п	Раздел дисциплины, основное содержание лекций	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)						Консультации перед экзаменом (часов)	Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы			Сам. работа во время занятий (не включая период промежуточной аттестации)	Сам. работа во время промежуточной аттестации		
				Лекции	Лабораторные занятия	Консультации в период занятий				
1	Основные виды архитектур современных АСУ ТП	1-2	6	2	4					
2	Автоматическое регулирование	3	3	1	2					
3	Технические и программные средства «нижних» уровней АСУ ТП	4	5	1	2		2			
4	Сетевые средства АСУ ТП	5	3	1	2					
5	Технические и программные средства «верхнего уровня» АСУ ТП	6	5	1	2		2			
6	Организация электропитания АСУ ТП	7	5	1	2		2			
7	Метрологическое обеспечение АСУ ТП	8	5	1	2		2			
8	Надёжность АСУ ТП	9	5	1	2		2			
9	Технологии создания АСУ ТП	10-11	9	2	4		3			
10	АСУ ТП и операционные системы реального времени	12-13	9	2	4		3			
11	Разработка программ в среде разработки технологических программ и SCADA-систем.	14-15	9	2	4		3			
12	Сопровождение и техническая поддержка АСУ ТП	16	6	1	2		3			
13	Дифференцированный зачёт	17	2						2	
	Всего		72	16	32		22		2	

Программа и основное содержание лекций (16 часов)

Наименование темы и их содержание	Объем, час
<p>Лекция 1. Основные виды архитектур современных АСУ ТП Базовые понятия, лежащие в основе современных АСУ ТП. Технологические уровни объекта автоматизации (полевой, агрегатный, функциональных узлов, технологических подсистем, технологического объекта, предприятия) и сфера применения АСУ ТП. Структура программно-технических комплексов, обеспечивающих функции АСУ ТП (полевой уровень, контроллеры, сети, серверы, рабочие станции). Понятие открытых стандартов. АСУ ТП на базе открытых стандартов и их альтернативы.</p>	2
<p>Лекция 2. Автоматическое регулирование Системы с автоматическим регулированием. Общая структура: объект регулирования, регулятор. Устойчивость систем с автоматическим регулированием. Понятие качества регулирования. Критерий устойчивости систем с автоматическим регулированием. Способы обеспечения устойчивости, ПИД-регуляторы, их методы расчета. Численная реализация регуляторов.</p>	1
<p>Лекция 3. Технические и программные средства «нижних» уровней АСУ ТП Основные составляющие магистрально-модульных систем, принципы их взаимодействия. Архитектура и программное обеспечение контроллеров, основные архитектуры контроллера. Интерфейс взаимодействия с полевым уровнем (АЦП, ЦАП, дискретный ввод/вывод, счетчики, таймеры и др.)</p>	1
<p>Лекция 4. Сетевые средства АСУ ТП Детерминированные сети. Полевые шины. Сети как средство обмена сообщениями. Применение сетей Ethernet в АСУ ТП. Протоколы взаимодействия RS-xxx и Modbus. Информационные сети объектов автоматизации. Применение открытых протоколов TCP/IP в АСУ ТП. Синхронизация времени в распределенных системах.</p>	1
<p>Лекция 5. Технические и программные средства «верхнего уровня» АСУ ТП Системы организации человеко-машинного интерфейса, SCADA-системы. Средства архивирования информации. Применение в АСУ ТП систем управления реляционными базами данных (стандарт SQL). Применение в АСУ ТП Internet-технологий.</p>	1
<p>Лекция 6. Организация электропитания АСУ ТП Автономные источники бесперебойного питания. Системы гарантированного питания. Решения по резервированию питания. Стандарты диагностики и мониторинга систем питания. Питание устройств полевого уровня (датчиков, приводов и других исполнительных механизмов).</p>	1
<p>Лекция 7. Метрологическое обеспечение АСУ ТП Нормативно-правовая база метрологического обеспечения средств измерения. Метрологические аспекты измерений в АСУ ТП. Физические и математические основы оценки погрешности измерений в АСУ ТП.</p>	1
<p>Лекция 8. Надежность АСУ ТП Требования к надежности, отказоустойчивости и готовности АСУ ТП. Методы и приемы обеспечения надежности АСУ ТП: резервирование, дублирование, возможность «горячей» замены модулей, декомпозиция структуры комплекса программных и аппаратных средств, принцип</p>	1

функционального соответствия структуры АСУ ТП и структуры объекта автоматизации.	
Лекция 9. Технологии создания АСУ ТП Основная задача проектирования АСУ ТП. Нормативная база проектирования. Основные этапы процесса проектирования. Организация и особенности разработки, внедрения, эксплуатации и сопровождения АСУ ТП.	2
Лекция 10. АСУ ТП и операционные системы реального времени Общие требования к системам реального времени и существующие стандарты. Типы архитектур ОСПВ. проблемы ЦОИ.	2
Лекция 11. Среды разработки технологических программ и SCADA-системы Языки технологического программирования, стандарт IEC-1131-3 (структурированный текст, язык последовательных функциональных схем, язык функциональных блочных диаграмм, язык релейных диаграмм, язык инструкций). Интегрированные средства разработки на языках стандарта IEC-1131-3. Среда разработки технологических программ ISaGRAF. SCADA-система InTouch.	2
Лекция 12. Сопровождение и техническая поддержка АСУ ТП Подходы к организации службы сопровождения и технической поддержки АСУ ТП. Программное обеспечение технической поддержки (CRM-системы). Особенности технической поддержки АСУ ТП.	1
Итого:	16

Программа лабораторных занятий (32 часа)

Содержание лабораторного занятия	Объем, час
Лабораторное занятие 1. Уточнение задания на разработку программы управления действующей моделью технологического объекта	4
Лабораторное занятие 2. Изучение особенностей управления действующей моделью технологического объекта	4
Лабораторное занятие 3. Разработка управляющей программы в среде ISaGRAF	12
Лабораторное занятие 4. Разработка человеко-машинного интерфейса в среде InTouch.	6
Лабораторное занятие 5. Комплексное тестирование управляющей программы и человеко-машинного интерфейса, приемка результатов практической работы.	6
Итого:	32

Самостоятельная работа студентов (18 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к лабораторным занятиям	14
Изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	4

5. Перечень учебной литературы.

1. Ф. Джоунс, Р. Миллер (мл.), Т. Дж. Харрисон, И. М. Шенброт. Управляющие вычислительные машины в АСУ технологическими процессами: [в 2 т.] / под ред., с предисл. Т. Дж. Харрисона; пер. с англ. под ред. И. М. Шенброта, М.В. Гальперина. Т.1. Москва: Мир, 1975. - 531 с. (4 экз.)
2. Ф. Джоунс, Р. Миллер (мл.), Т. Дж. Харрисон, И. М. Шенброт. Управляющие вычислительные машины в АСУ технологическими процессами: [в 2 т.] / под ред., с предисл. Т. Дж. Харрисона; пер. с англ. под ред. И. М. Шенброта, М.В. Гальперина. Т.2. Москва: Мир, 1976. - 532 с. (4 экз.)

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

3. С. Б. Михалев, Б. А. Соболев, Е. А. Жалнерович. Методологические основы разработки АСУ / Минск: Вышэйш. шк., 1975. - 381 с. (13 экз.)
4. Е. Г. Гендель, Н. А. Левин. Оптимизация технологии обработки информации в АСУ / Москва: Статистика, 1977. - 232 с. (5 экз.)

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

7.1 Ресурсы сети Интернет

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

7.2 Современные профессиональные базы данных

Не используются.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

8.1 Перечень программного обеспечения

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Также используется специализированное программного обеспечение: среда разработки ISaGRAF, SCADA-система InTouch (без лицензий, в учебно-демонстрационном варианте) и программное обеспечение систем управления с виртуальными контроллерами, разработанное компанией «Модульные Системы Торнадо» (Новосибирск) — входит в состав учебных стендов.

8.2 Информационные справочные системы

Не используются

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Компьютерный класс с 13-ю компьютерами, объединенными в имеющую выход в Интернет локальную сеть, с презентационным оборудованием (мультимедиа- и оверхед-проекторами) и с системой для проведения видеоконференций.
2. Учебные стенды «Торнадо» (контроллеры и действующие модели технологических объектов) в количестве 12 комплектов.
3. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.1 Порядок проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости осуществляется в ходе семестра путем опроса в начале каждого занятия на темы, рассмотренные на предыдущем занятии. Примеры вопросов приведены в п. 10.3.

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленные компетенции ПК-1 и ПК-2 сформированы не ниже порогового уровня.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на дифференцированном зачёте. Он проводится в конце семестра в устной форме. Вопросы подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенций ПК-1 и ПК-2.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Положительная оценка ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при воспроизведении учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты.	Знать организацию и возможности современных сред для разработки технологического программного обеспечения; технологии создания, внедрения, эксплуатации и сопровождения АСУ ТП.	Опрос студентов в начале каждого занятия, дифференцированный зачёт в устной форме.
ПК 1.2 Использует специализированные знания при проведении научных изысканий в избранной области.	Уметь создавать программы контроля и управления технологическими объектами, используя среды для разработки технологического программного обеспечения.	Опрос студентов в начале каждого занятия, дифференцированный зачёт в устной форме.

<p>ПК - 2.1. Проводит научные исследования в избранной области в соответствии с профилем подготовки и в зависимости от специфики объекта исследования с помощью современной приборной базы.</p>	<p>Знать языки технологического программирования (промышленный стандарт IEC-61131); состав и порядок принятия мер по обеспечению надежности функционирования АСУ ТП.</p>	<p>Опрос студентов в начале каждого занятия, дифференцированный зачёт в устной форме.</p>
<p>ПК – 2.2. Использует специализированные знания в области физики и математики при выборе методов расчета, проведении статистического анализа экспериментальных данных.</p>	<p>Уметь применять современные методы проектирования, разработки и внедрения АСУ ТП.</p>	<p>Опрос студентов в начале каждого занятия, дифференцированный зачёт в устной форме.</p>

10.2. Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Архитектуры автоматизированных систем управления технологическими процессами».

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (0 баллов)	Пороговый уровень (3 балла)	Базовый уровень (4 балла)	Продвинутый уровень (5 баллов)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	ПК 1.1 ПК 2.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	ПК 1.2 ПК 2.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.

10.3. Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

Примеры контрольных вопросов

1. Уточнение задания на разработку программы управления действующей моделью технологического объекта.
2. Изучение особенностей управления действующей моделью технологического объекта
3. Разработка управляющей программы в среде ISaGRAF.
4. Разработка человеко-машинного интерфейса в среде InTouch.
5. Комплексное тестирование управляющей программы и человеко-машинного интерфейса, приемка результатов практической работы.

Примеры вопросов к дифференцированному зачёту

- Основные виды архитектур современных АСУ ТП
- Автоматическое регулирование
- Технические и программные средства «нижних» уровней АСУ ТП
- Сетевые средства АСУ ТП
- Технические и программные средства «верхнего уровня» АСУ ТП
- Организация электропитания АСУ ТП
- Метрологическое обеспечение АСУ ТП
- Надежность АСУ ТП
- Технологии создания АСУ ТП
- АСУ ТП и операционные системы реального времени
- Разработка программ в среде разработки технологических программ и SCADA-систем
- Сопровождение и техническая поддержка АСУ ТП

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

Лист актуализации рабочей программы по дисциплине
«Архитектуры автоматизированных систем управления технологическими процессами»
Направление: 03.03.02 Физика
Направленность (профиль): Физическая информатика

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ	Подпись ответственного