

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.03	Системная интеграция, архитектура и программное обеспечение АСУ ТП
----------------	---

Учебный план: _____ ФГОС3++m150404ПИСС-1_26-12.plx

Кафедра: 32 Автоматизации технологических процессов и производств

Направление подготовки:
(специальность) 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль подготовки:
(специализация) Прикладные информационные системы в сфере
автоматизированных систем управления технологическими
процессами

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
1	УП	17	34	57	36	4	Экзамен
	РПД	17	34	57	36	4	
Итого	УП	17	34	57	36	4	
	РПД	17	34	57	36	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утверждённым приказом Минобрнауки России от 25.11.2020 г. № 1452

Составитель (и):

Доктор технических наук, профессор

Вагизов Марсель
Равильевич

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой автоматизации
технологических процессов и производств

Ковалев Д.А.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Ковалев Д.А.

Методический отдел:

Фахретдинова А. Р.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Формирование у студентов комплекса инженерных знаний и умений, необходимых для практической работы в интегрированной компьютерной среде проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП)

1.2 Задачи дисциплины:

Приобретение знаний о методах и средствах автоматизации технологических процессов, а также навыков компьютерного моделирования АСУ ТП.

- Изучение архитектуры вычислительных систем, баз данных, методов их проектирования и формирования запросов к данным[4].

- Освоение современных подходов к проектированию программного обеспечения АСУ, включая использование SCADA-систем и инструментальных программных средств для диспетчерского мониторинга и управления.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Изучение основ архитектуры программного обеспечения

Изучение основ Автоматизированных систем управления

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-4: Способен разрабатывать проектные решения для организации автоматизированного участка или линии
Знать: типовые архитектуры автоматизированных линий, принципы интеграции
Уметь: разрабатывать структурные и функциональные схемы
Владеть: навыками выбора контроллеров, датчиков и исполнительных устройств
ПК-1: Способен разрабатывать концепции и технического задания на проектирование автоматизированной системы управления технологическими процессами
Знать: этапы жизненного цикла АСУ ТП, структуру ТЗ, требования ЕСПД, модель ISA-95
Уметь: разрабатывать концепцию АСУ ТП, формулировать требования к уровням управления
Владеть: навыками составления ТЗ и технико-экономического обоснования
ПК-2: Способен контролировать разработку проекта автоматизированной системы управления технологическими процессами
Знать: методы контроля проектов, критерии оценки качества проектной документации
Уметь: проверять соответствие разрабатываемых решений утвержденному ТЗ
Владеть: навыками организации и проведения приемочных испытаний

3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Введение в АСУ ТП: структура, задачи и области применения.	1				
Тема 1. области применения АСУ ТП		1	2	6	
Раздел 2. Программное обеспечение для АСУ ТП: SCADA-системы, MES, ERP и их интеграция.					
Тема 2. SCADA-системы: функции, сравнение, применение		1	4	6	
Тема 3. MES и ERP: уровни управления и интеграция		1	2	4	
Тема 4. Практикум по интеграции ПО АСУ ТП		1	2	2	
Раздел 3. Сетевые технологии и протоколы в АСУ ТП: промышленные сети и стандарты.					
Тема 5. Физический уровень и полевые протоколы		1,5	2	3	
Тема 6. Промышленный Ethernet и современные стандарты		1,5	2	3	
Тема 7. Проектирование промышленной сети			2	3	
Раздел 4. Программируемые логические контроллеры (ПЛК): выбор, программирование и интеграция.					
Тема 8. Архитектура ПЛК и языки IEC 61131-3		2	2	4	
Тема 9. Выбор ПЛК и интеграция в SCADA		2	4	4	
Тема 10. Отладка и диагностика ПЛК			2	4	
Раздел 5. Методы и средства моделирования и симуляции работы АСУ ТП.					

Тема 11. Моделирование технологических процессов		1	2	4	
Тема 12. Виртуальные стенды и цифровые двойники		1	4	4	
Раздел 6. Информационная безопасность в автоматизированных системах управления.					
Тема 13. Угрозы и стандарты ИБ АСУ ТП		1	2	3	
Тема 14. Технические меры защиты АСУ ТП		1	2	3	
Раздел 7. Проектирование и реализация интеграционных решений для АСУ ТП на промышленных предприятиях.					
Тема 15. Жизненный цикл проекта АСУ ТП		1		2	
Тема 16. Интеграционные паттерны и стандарты		1		2	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	34	57	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5		33,5	
Всего контактная работа и СР по дисциплине		53,5		90,5	

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5 БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ

Использование балльно-рейтинговой системы не предусмотрено.

6. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

6.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
ПК-1	Способен разрабатывать концепции и технического задания на проектирование автоматизированной системы управления технологическими процессами Способен применять знания этапов жизненного цикла АСУ ТП, структуры технического задания, требований ЕСПД и модели ISA-95 для разработки концепции автоматизации, формулировать требования к уровням управления (полевой, контроллерный, SCADA, MES, ERP), владеет навыками составления технического задания и технико-экономического обоснования проектных решений, обосновывать выбор архитектуры и состава системы с учётом специфики технологического процесса и требований промышленной аналитики данных.
ПК-2	Способен контролировать разработку проекта автоматизированной системы управления технологическими процессами Способен применять методы контроля проектов и критерии оценки качества проектной документации для проверки соответствия разрабатываемых решений утверждённому техническому заданию, выявлять отклонения и несоответствия, владеет навыками организации и проведения приёмочных испытаний, включая подготовку программ и методик испытаний, анализ результатов, оформление актов и протоколов, обеспечивая соответствие системы требованиям промышленной аналитики данных.

ПК-4	Способен разрабатывать проектные решения для организации автоматизированного участка или линии Способен применять знание типовых архитектур автоматизированных линий и принципов интеграции для разработки структурных и функциональных схем автоматизации, владеет навыками выбора контроллеров, датчиков и исполнительных устройств с учётом задач сбора и анализа промышленных данных, обосновывать конфигурацию оборудования для обеспечения эффективной работы автоматизированного участка или линии, интегрировать компоненты в единую систему управления с возможностью последующей аналитики.
------	---

6.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Студент демонстрирует полное, системное владение компетенцией. Логично, аргументированно и без наводящих вопросов раскрывает суть проблемы. Приводит примеры из реальной промышленной практики (конкретные АСУ ТП, протоколы, типы угроз, стандарты). Обосновывает выбор решений с учётом технологических, экономических и безопасностных ограничений. Уверенно отвечает на дополнительные вопросы, выходящие за рамки базового материала. Речь структурирована, профессиональная терминология используется корректно.	Задание выполнено полностью и без ошибок. Ответы развёрнутые, аргументированные, с опорой на нормативные документы (ГОСТ, IEC 62443, приказы ФСТЭК) или конкретные технические решения (модели ПЛК, SCADA, протоколы). Там, где требуется расчёт или выбор оборудования, приведено корректное обоснование. В кейсе — полный анализ проблемы и чёткое решение. Оформление соответствует требованиям (если применимо).
4 (хорошо)	Студент владеет компетенцией в полном объёме, но допускает незначительные неточности (например, путает назначение двух смежных протоколов или стандартов). Основные положения излагает верно, логика в целом сохраняется. Примеры приводятся, но носят общий или учебный характер. На дополнительные вопросы отвечает, но с небольшими уточнениями преподавателя. Терминология в основном корректна.	Задание выполнено в полном объёме, но есть 1–2 негрубые ошибки или неточности (например, не указана версия стандарта, перепутан протокол в похожей задаче). Обоснования в целом верные, но неполные. В кейсе решение правильное, но часть шагов выполнена интуитивно без развёрнутого пояснения. Оформление без замечаний либо с мелкими недочётами.
3 (удовлетворительно)	Студент демонстрирует минимально достаточный уровень сформированности компетенции. Ответ фрагментарен, нарушена логика изложения. Примеры отсутствуют или не относятся к делу. На дополнительные вопросы отвечает с трудом, требуется значительная помощь преподавателя. Допускает ошибки в ключевых понятиях, но в целом базовый смысл передаёт. Терминология используется неточно.	Задание выполнено частично (не менее 60% объёма). Допущены содержательные ошибки, но ключевые компетенции в целом узнаваемы. Например: выбрал правильный тип ПЛК, но не обосновал; перечислил угрозы ИБ, но не предложил меры защиты; выбрал протокол, но не учёл топологию сети. Оформление небрежное.
2 (неудовлетворительно)	Студент не демонстрирует сформированность компетенции. Ответ отсутствует, либо полностью не по теме, либо показывает полное непонимание предмета. Не может привести ни одного примера. На дополнительные вопросы не отвечает или отвечает неверно. Профессиональная терминология не используется или используется ошибочно.	Задание не выполнено (менее 60% объёма) либо содержит грубые принципиальные ошибки (не отличает SCADA от ПЛК, не видит разницы между угрозами ИБ для офиса и для АСУ ТП, выбирает несовместимые компоненты). Решение отсутствует, либо оно полностью неверное. Оформление отсутствует или нечитаемо.

6.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

6.3.1 Типовые контрольные вопросы

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 1	
1	Опишите иерархическую структуру АСУ ТП (полевой уровень, контроллерный, SCADA, MES, ERP). Какие функции выполняет каждый уровень?
2	В чем принципиальное отличие распределенной системы управления (DCS) от централизованной? Приведите примеры отраслей, где предпочтительна DCS.
3	Назовите основные задачи, решаемые АСУ ТП в нефтегазовой, пищевой и энергетической отраслях. В чем отраслевая специфика?
4	Перечислите основные функции SCADA-системы (сбор данных, HMI, архивация, тревоги, тренды, скрипты). Для чего нужен каждый из этих компонентов?
5	Сравните любые три SCADA-системы (например, MasterSCADA, WinCC, Trace Mode) по критериям: лицензирование, поддерживаемые ОС, драйверы, язык скриптов.
6	Что такое MES согласно стандарту ISA-95? Какие задачи решает MES-уровень и как он связан со SCADA и ERP?
7	Опишите типовой сценарий обмена данными: «ERP → MES → SCADA → ПЛК» на примере производственного заказа.
8	Назовите основные промышленные протоколы полевого уровня (Modbus RTU, Profibus, CANopen, HART). В чем их основные различия по топологии, скорости, назначению?
9	Чем отличается Modbus RTU от Modbus TCP? В каких случаях применяется каждый из них?
10	Какие протоколы относятся к Industrial Ethernet (PROFINET, EtherCAT, EtherNet/IP)? Какое преимущество они дают по сравнению с полевыми шинами?
11	Нарисуйте (опишите) типовую трехуровневую сетевую архитектуру АСУ ТП: полевая шина → управляющая сеть → офисная DMZ. Какие меры безопасности нужны на границах?
12	Назовите основные языки программирования ПЛК по стандарту IEC 61131-3. Для каких задач предпочтителен язык FBD, а для каких – ST?
13	По каким критериям выбирают ПЛК для конкретной задачи? (число вводов/выводов, протоколы, климатическое исполнение, наличие резервирования, цена).
14	Опишите процедуру интеграции ПЛК с SCADA-системой: как происходит обмен данными, что такое OPC-сервер, как выполняется привязка тегов?
15	Что такое «цифровой двойник» технологического процесса? Чем виртуальная комиссия (SIL) отличается от реального пусконаладочного теста?
16	Назовите не менее трех инструментов для моделирования АСУ ТП (SimInTech, Factory I/O, Simulink, эмуляторы ПЛК). Для каких целей используется каждый?
17	Приведите 3 реальных примера кибератак на АСУ ТП (Stuxnet, Havex, WannaCry на производстве). Какой ущерб они нанесли и какие уязвимости использовали?
18	Какие основные требования стандарта IEC 62443 предъявляются к сегментации сети АСУ ТП? Что такое industrial DMZ и зачем она нужна?
19	Перечислите не менее 5 организационных и технических мер защиты информации в АСУ ТП (например, диоды данных, NGFW, IDS/IPS, антивирус на АРМ оператора, разделение прав доступа).
20	Опишите основные стадии жизненного цикла проекта АСУ ТП (от предпроектного обследования до пусконаладки). Какие документы создаются на каждой стадии?

6.3.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

6.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Задание 1. Анализ архитектуры АСУ ТП (Раздел 1)

Условие:

Дана упрощённая схема предприятия:

Полевой уровень: 3 ПЛК (Siemens S7-1200), 2 частотных преобразователя, 15 датчиков давления/температуры.

Управляющий уровень: SCADA на базе WinCC.

Верхний уровень: MES-система (обмен через OPC UA) и ERP (SAP).

Сеть — смешанная: Modbus RTU (на поле) → Industrial Ethernet (между ПЛК и SCADA) → офисная сеть (MES/ERP).

Задание:

Нарисовать функциональную схему уровней АСУ ТП с указанием протоколов на границах.

Указать, какие данные передаются с каждого уровня на вышестоящий.

Предложить, какой сервер (историзация) нужен для хранения тегов на 3 года.

Формат сдачи: схема + пояснительная записка на 1–2 стр.

Задание 2. Выбор SCADA и MES для пищевого производства (Раздел 2)

Условие:

Предприятие — молокозавод. 3 технологические линии (приёмка молока, пастеризация, розлив).

Требования:

2000 тегов.

5 АРМ операторов.

Удалённый мониторинг через Web.

Интеграция с 1С:ERP (обмен сменами, выработкой).

Бюджет — ограничен (до 2 млн руб. на ПО).

Задание:

Выбрать конкретную SCADA-систему (из изученных) и обосновать выбор.

Предложить MES-решение (или модуль) для учёта выработки и OEE.

Описать схему обмена данными: SCADA → MES → ERP (какой протокол, какие данные).

Формат сдачи: обоснование выбора (1–2 стр.) + схема интеграции.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

6.4.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (принято на Ученом совете университета 15.03.2016г., протокол № 4).

6.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная

+

Письменная

Компьютерное тестирование

Иная

6.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Время на подготовку - 30 минут.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
7.1.1 Основная учебная литература				
Шишов, О. В.	Современные средства АСУ ТП	Москва, Вологда: Инфра-Инженерия	2021	http://www.iprbookshop.ru/115172.html
Червинский, В. В., Волуева, О. С., Турупалов, В. В., Турупалова, В. В.	Средства специализированных телекоммуникационных шин и сетей систем управления	Москва, Вологда: Инфра-Инженерия	2022	https://www.iprbookshop.ru/123863.html
7.1.2 Дополнительная учебная литература				
Рыбалев, А. Н.	Имитационное моделирование АСУ ТП	Благовещенск: Амурский государственный университет	2019	http://www.iprbookshop.ru/103864.html

7.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>

Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>

Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>

7.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

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

1. Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом
2. Компьютерный класс с мультимедийным комплексом и выходом в Интернет