

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.01 Промышленная аналитика данных для АСУ ТП

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

Кафедра: 32 Автоматизации технологических процессов и производств

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

Профиль подготовки: Прикладные информационные системы в сфере
(специализация) 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	56,75	0,25	3	Зачет
	РПД	17	34	56,75	0,25	3	
Итого	УП	17	34	56,75	0,25	3	
	РПД	17	34	56,75	0,25	3	

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, доцент

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 системных знаний и практических навыков в области сбора, обработки, анализа и интерпретации промышленных данных для автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП).

1.2 Задачи дисциплины:

- Изучить основные понятия и принципы промышленной аналитики данных, особенности работы с данными в АСУ ТП.
- Освоить методы и инструменты сбора, хранения, предварительной обработки и визуализации промышленных данных.
- Приобрести навыки применения статистических и интеллектуальных методов анализа данных для выявления закономерностей, аномалий и оптимизации технологических процессов.
- Научиться разрабатывать и внедрять алгоритмы машинного обучения и прогнозирования для решения прикладных задач в АСУ ТП.
- Сформировать умение оценивать качество моделей анализа данных и интерпретировать результаты для принятия управленческих и технических решений.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Знание основ теории АСУ ТП

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-6: Способен анализировать производственные процессы механосборочного производства с целью выявления этапов, подлежащих автоматизации и механизации
Знать: методы сбора и анализа производственных данных
Уметь: вычислять ОЕЕ, простои, загрузку оборудования
Владеть: инструментами визуализации для выявления узких мест

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 промышленную аналитику данных: задачи, методы и роль в АСУ ТП.	1				
Тема 1. Введение в промышленную аналитику данных: задачи, методы и роль в АСУ ТП		2	4	7	
Раздел 2. Архитектура и компоненты современных АСУ ТП: особенности сбора и хранения промышленных данных.					
Тема 2. Архитектура и компоненты современных АСУ ТП: особенности сбора и хранения промышленных данных		2	4	7	
Раздел 3. Методы предварительной обработки и очистки данных в промышленных системах.					
Тема 3. Методы предварительной обработки и очистки данных в промышленных системах		2	4,5	7,25	
Раздел 4. Статистические и интеллектуальные методы анализа данных для выявления аномалий и оптимизации процессов.					
Тема 4. Статистические и интеллектуальные методы анализа данных для выявления аномалий и оптимизации процессов		2,5	4,5	7,5	
Раздел 5. Применение машинного обучения и искусственного интеллекта в задачах управления технологическими процессами.					
Тема 5. Применение машинного обучения и искусственного интеллекта в задачах управления технологическими процессами		2,5	4,5	7,5	
Раздел 6. Визуализация промышленных данных и поддержка принятия решений на основе аналитики.					
Тема 6. Визуализация промышленных данных и поддержка принятия решений на основе аналитики		2	4	7	
Раздел 7. Интеграция аналитических модулей в архитектуру АСУ ТП: практические аспекты и примеры реализации.					

Тема 7. Интеграция аналитических модулей в архитектуру АСУ ТП: практические аспекты и примеры реализации		2	4,5	7	
Раздел 8. Обеспечение информационной безопасности и надёжности при работе с промышленными данными					
Тема 8. Обеспечение информационной безопасности и надёжности при работе с промышленными данными		2	4	6,5	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	34	56,75	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25			
Всего контактная работа и СР по дисциплине		51,25		56,75	

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-6	Способен анализировать производственные процессы механосборочного производства с целью выявления этапов, подлежащих автоматизации и механизации Способен применять методы сбора и анализа производственных данных для изучения технологических процессов механосборочного производства, рассчитывать ключевые показатели эффективности (ОЕЕ, простои, загрузку оборудования) на основе полученных данных, использовать инструменты визуализации (дашборды, графики, тепловые карты) для наглядного представления результатов и выявления «узких мест», определять этапы и операции, требующие автоматизации или механизации, обосновывать приоритетность их внедрения на основе количественного анализа эффективности, формулировать рекомендации по повышению производительности участка или линии.

6.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Студент демонстрирует понимание основных понятий, структуры и принципов функционирования АСУ ТП в контексте промышленной аналитики данных. Знает методы сбора, хранения, обработки и анализа промышленных данных, способы моделирования и прогнозирования технологических процессов. Умеет формулировать цели автоматизации, анализировать исходные данные, разрабатывать концепцию автоматизации. Понимает необходимость защиты информации в АСУ ТП, может назвать основные угрозы и методы их mitigation. Способен предложить состав оборудования и ПО для автоматизированного участка,	

	обосновать выбор компонентов обеспечивающей части ИАС. Допускаются незначительные неточности, не искажающие сути. Речь логична, профессиональная терминология используется корректно.	
Не зачтено	Студент не может сформулировать базовые принципы промышленной аналитики данных для АСУ ТП, не различает этапы сбора, хранения и обработки данных. Не способен предложить структуру АСУ ТП или аргументировать выбор компонентов. Не знает основные угрозы информационной безопасности и методы защиты. Ответ фрагментарен, отсутствует понимание базовых понятий, терминология не используется или используется ошибочно. Либо ответ отсутствует полностью.	

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	Дайте определение промышленной аналитики данных. Чем она отличается от бизнес-аналитики?
2	Перечислите основные задачи промышленной аналитики в контексте АСУ ТП (мониторинг, диагностика, прогнозирование, оптимизация).
3	Опишите уровни архитектуры АСУ ТП (ПЛК, SCADA, MES, ERP) и укажите, какие данные формируются на каждом уровне.
4	Какие типы промышленных данных (непрерывные, дискретные, события) вы знаете? Приведите примеры.
5	Сравните системы хранения промышленных данных: SQL, NoSQL, исторические БД (InfluxDB, TimescaleDB), Data Lake. Назовите преимущества и недостатки.
6	Назовите типичные проблемы качества промышленных данных (пропуски, выбросы, шумы, несинхронность). Приведите причины их возникновения.
7	Какие методы очистки данных применяются для обработки пропусков? Опишите интерполяцию и удаление пропусков.
8	Как выявляются и обрабатываются выбросы в промышленных данных? Опишите метод z-score и межквартильный размах (IQR).
9	Что такое контрольные карты Шухарта? Для решения каких задач они применяются в промышленной аналитике?
10	Назовите методы обнаружения аномалий в технологических процессах (статистические пороги, правило 3-х сигм, изолирующий лес). В чём их сильные и слабые стороны?
11	Какие задачи решаются с помощью регрессионного анализа в АСУ ТП? Приведите пример прогнозирования параметра процесса.
12	Чем отличается задача классификации от задачи кластеризации в контексте промышленных данных? Приведите примеры.
13	Какие модели машинного обучения применяются для анализа временных рядов (ARIMA, LSTM)? Для каких задач они подходят?
14	Как метод главных компонент (PCA) может быть использован для снижения размерности данных технологического процесса?
15	Перечислите основные принципы визуализации промышленных данных. Какие инструменты (Grafana, Power BI, SCADA) вы знаете?
16	Что такое KPI (ключевые показатели эффективности) технологического процесса? Приведите не менее 3 примеров.
17	Опишите способы интеграции аналитических модулей в архитектуру АСУ ТП (OPC UA, MQTT, REST API). Какой протокол предпочтительнее для передачи данных на edge-уровень?
18	Что такое edge, fog и cloud-вычисления в промышленной аналитике? Какие задачи решаются на каждом уровне?
19	Назовите основные угрозы информационной безопасности при работе с промышленными данными (перехват, подмена, утечка). Какие меры защиты применяются?

20	Какие требования стандарта IEC 62443 относятся к аналитическим системам, работающим с данными АСУ ТП?
----	---

6.3.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

6.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Очистка и предварительный анализ промышленных данных

Условие:

Предоставлен архив данных с установки перегонки нефти за 30 дней (частота опроса – 1 минута).

Параметры: температура в колонне, давление, расход сырья, уровень в кубе. В данных присутствуют пропуски (до 5%), выбросы (зашкаливание датчиков), шумы.

Задание:

Выявите и визуализируйте пропуски и выбросы.

Предложите и обоснуйте метод очистки (интерполяция, удаление, заполнение медианой).

Выполните фильтрацию шума (скользящее среднее или медианный фильтр).

Постройте графики «до» и «после» очистки для одного параметра.

Формат сдачи: отчёт с кодом (Python/pandas) и краткими выводами.

2. Обнаружение аномалий и прогнозирование отказа оборудования

Условие:

Имеются данные вибрации подшипника насоса (3 оси), температура корпуса, ток двигателя. Известно, что за 2 дня до отказа появляются аномалии в вибрации.

Задание:

Выберите метод обнаружения аномалий (например, изолирующий лес или пороговые значения по стандартному отклонению).

Обучите модель на исторических данных (период нормальной работы).

Протестируйте модель на данных, предшествующих отказу. Оцените, за сколько часов модель может предупредить об отказе.

Предложите метрику качества (точность, полнота) для данной задачи.

Формат сдачи: краткое описание метода, код, график с аномалиями, вывод о применимости.

3. Разработка дашборда для мониторинга эффективности линии

Условие:

Производственная линия розлива напитков. Имеются данные о работе: количество выпущенных бутылок (счётчик), время простоев (причины: наладка, отсутствие материалов, брак), энергопотребление конвейера, температура пастеризации.

Задание:

Определите 4–5 ключевых показателей эффективности (KPI) для линии.

Спроектируйте макет дашборда (в Power BI, Grafana или на бумаге). Укажите типы графиков: тренд, гистограмма, индикатор.

Обоснуйте, какие данные должны обновляться в реальном времени, а какие – с задержкой.

Опишите, как дашборд поможет оператору или мастеру участка принимать решения.

Формат сдачи: макет дашборда + пояснительная записка (1–2 стр.).

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

- ☐ Возможность пользоваться справочными материалами, калькулятором;
- ☐ Время на подготовку ответа на зачете -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

7.1.2 Дополнительная учебная литература				
	Базы данных	Саратов: Научная книга	2012	http://www.iprbookshop.ru/6261.html

7.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. Электронная библиотека СПб ГУПТД - <http://www.iprbookshop.ru>.
2. Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД - http://nizrp.narod.ru/ebmu_m.htm.

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