

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.11 Прикладные AI-алгоритмы

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	Лаб. занятия				
4	УП	18	36	53,75	0,25	3	Зачет
	РПД	18	36	53,75	0,25	3	
Итого	УП	18	36	53,75	0,25	3	
	РПД	18	36	53,75	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, 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 теоретических знаний в области искусственного интеллекта, включая основные методы, модели и алгоритмы, используемые для решения прикладных задач.

- Развитие практических навыков применения AI-алгоритмов для автоматизации и оптимизации бизнес-процессов, управления мультиагентными системами, создания интеллектуальных сервисов и поддержки принятия решений.

1.2 Задачи дисциплины:

- Формирование у студентов системных знаний о современных методах и алгоритмах искусственного интеллекта, применяемых для автоматизации технологических процессов и производств, а также понимания их возможностей и ограничений.

- Развитие практических навыков по выбору, адаптации и внедрению AI-алгоритмов для решения прикладных задач автоматизации, включая проектирование, моделирование и оценку эффективности интеллектуальных систем.

- Подготовка к самостоятельной разработке и обоснованию проектных решений на основе AI-технологий, в том числе с учётом требований к безопасности, надёжности и интеграции в существующие производственные и информационные системы.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Освоение дисциплины:

- системы искусственного интеллекта

Навыки работы с базами данных по машинному обучению

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: возможности AI для прогнозирования отказов и оптимизации
Уметь: определять операции, где AI-алгоритмы дадут эффект
Владеть: методами оценки эффективности внедрения AI

3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Лаб. (часы)		
Раздел 1. Введение в AI-алгоритмы для автоматизации производства	4				
Тема 1. Введение в AI-алгоритмы для автоматизации производства: основные понятия, задачи, тренды		1	1,5	3	
Раздел 2. Машинное обучение для прогнозирования и оптимизации производственных процессов					
Тема 2. Обзор методов машинного обучения применительно к производственным данным		1,75	3	4	
Тема 3. Прогнозирование параметров процесса с использованием регрессионных моделей и временных рядов		2	4	4,5	
Тема 4. Оптимизация режимов работы оборудования на основе ML		2	4	4,5	
Раздел 3. AI-алгоритмы управления качеством и диагностики оборудования					
Тема 5. AI-алгоритмы контроля качества: классификация дефектов продукции		2	4	6	
Тема 6. Диагностика состояния оборудования с использованием методов anomaly detection		2	4	6	
Раздел 4. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в автоматизированных линиях					
Тема 7. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (rule-based + ML гибриды)		1,5	3	5,75	
Раздел 5. Компьютерное зрение и распознавание образов в автоматизации производства					
Тема 8. Компьютерное зрение и распознавание образов		2	4	5,5	

Раздел 6. Мультиагентные системы и распределённый AI для управления производственными процессами				
Тема 9. Мультиагентные системы и распределённый AI		1,25	2,5	5
Раздел 7. AI-алгоритмы для предиктивного обслуживания и управления жизненным циклом оборудования				
Тема 10. Предиктивное обслуживание и управление жизненным циклом оборудования		1,5	3	4,5
Раздел 8. Этика, безопасность и нормативные аспекты внедрения AI в автоматизированные производства				
Тема 11. Этика, безопасность и нормативные аспекты внедрения AI		1	3	5
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		18	36	53,75
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25		
Всего контактная работа и СР по дисциплине		54,25		53,75

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 знание возможностей искусственного интеллекта для прогнозирования отказов оборудования и оптимизации технологических процессов с целью выявления операций, где внедрение AI-алгоритмов даст наибольший экономический и технический эффект, владеет методами оценки эффективности внедрения AI (сравнение показателей до и после, расчёт ROI, снижение простоев, повышение OEE), обосновывать выбор конкретных AI-решений для автоматизации и механизации производственных этапов механосборочного производства.

6.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Студент демонстрирует понимание этапов разработки концепции и ТЗ на АСУ ТП с применением AI-алгоритмов. Может привести примеры задач автоматизации, где AI целесообразен (прогнозирование, оптимизация, диагностика). Способен описать	

	структуру ТЗ и обосновать выбор AI-алгоритма для типовой производственной задачи. Допускаются незначительные неточности, но общее понимание сформировано. Для зачёта достаточно связного ответа на 2-3 уточняющих вопроса.	
Не зачтено	Студент не ориентируется в базовых понятиях проектирования АСУ ТП, не может назвать этапы разработки ТЗ, путает применение AI-алгоритмов в автоматизации. Не способен привести примеры или обосновать выбор AI-решения. Ответ фрагментарен или отсутствует.	

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 4	
1	Чем принципиально отличаются AI-алгоритмы от классического ПО в задачах управления технологическими процессами? Приведите пример, где AI даёт преимущество, а где его применение нецелесообразно.
2	Назовите три основных тренда Industry 4.0, связанных с внедрением искусственного интеллекта в производство. Поясните, как AI меняет архитектуру АСУ ТП.
3	Какие типы задач машинного обучения (регрессия, классификация, кластеризация) чаще всего встречаются на производственных данных? Приведите по одному реальному примеру для каждого типа.
4	Опишите этапы подготовки промышленного датасета для обучения ML-модели (сбор, очистка, разметка, устранение выбросов, нормализация). Какие сложности специфичны для технологических данных?
5	Сравните линейную регрессию и случайный лес для задачи прогнозирования температуры в реакторе. В каком случае лес может дать лучший результат и почему?
6	Что такое ARIMA и для каких производственных задач она применима? Назовите ограничения классических временных рядов в условиях изменяющихся режимов работы.
7	В чем суть байесовской оптимизации параметров технологического процесса? Чем она отличается от grid search при настройке режимов оборудования?
8	Как можно использовать обучение с подкреплением (RL) для управления насосной станцией? Опишите компоненты: агент, среда, действие, награда.
9	Назовите основные метрики качества для задачи классификации дефектов продукции (accuracy, precision, recall, F1). Какой метрике отдать приоритет, если цена пропуска дефекта высока, а ложные срабатывания допустимы?
10	Что такое дисбаланс классов в задаче контроля качества? Какие методы борьбы с ним вы знаете (сэмплирование, синтетические данные, веса классов)?
11	Чем статическая аномалия отличается от динамической в данных вибрации подшипника? Приведите пример метода детекции для каждого типа (изолирующий лес, autoencoder, скользящее окно).
12	В каких случаях метод autoencoder эффективнее для обнаружения аномалий, чем правило 3-х сигм? Поясните на примере сложных нелинейных зависимостей.
13	Что такое «объяснимый AI» (XAI) и почему он критичен для внедрения советчиков оператора в АСУ ТП? Назовите два метода объяснения (SHAP, LIME) и опишите, как они работают.
14	Опишите гибридную архитектуру правила + ML для системы поддержки принятия решений. Приведите пример, когда правило не срабатывает и подключается ML-модель.
15	Какие задачи компьютерного зрения наиболее востребованы на производственном конвейере (детекция, сегментация, классификация)? Приведите пример для каждой.
16	В чем преимущество трансферного обучения (использование предобученных сетей типа YOLO или EfficientNet) для промышленных задач по сравнению с обучением сети с нуля? Какие данные нужны для дообучения?
17	Что такое мультиагентная система (MAS)? Приведите пример кооперативного поведения агентов на производстве (например, несколько роботов-погрузчиков) и опишите, как они могут договариваться о распределении задач.
18	Назовите протокол взаимодействия в MAS (например, контрактная сеть). Как он применяется при распределённом планировании в автоматизированной линии?

19	Что такое остаточный ресурс (RUL) и какие модели машинного обучения используются для его прогнозирования? В чем разница между регрессионным подходом и survival analysis?
20	Какие типы данных (вибрация, ток, температура, маслоанализ) чаще всего используются для предиктивного обслуживания электродвигателя? Какой сигнал наиболее информативен для раннего обнаружения дефекта подшипника?

6.3.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

6.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Прогнозирование отказа насоса

На химическом предприятии насос перекачки кислоты выходит из строя в среднем раз в 3 месяца без видимых предпосылок. Есть архив данных за 2 года: вибрация (3 оси), температура корпуса, ток двигателя, давление на выходе, расход.

Задание:

Предложите алгоритм (тип задачи, метод ML), который позволит прогнозировать отказ за 2–3 дня. Опишите, какие признаки вы будете использовать, как разметите данные (норма / предавария / отказ) и какой метрикой оцените качество.

2. Оптимизация режима сушильной камеры

На деревообрабатывающем производстве сушильная камера потребляет 30% всей электроэнергии цеха. Режим сушки (температура, влажность, скорость вентилятора) сейчас задаётся оператором по таблице.

Задание:

Разработайте концепцию AI-решения для снижения энергопотребления на 10–15% без потери качества продукции. Укажите: тип обучения (с учителем / без / с подкреплением), какие данные нужны, как будете оценивать результат, и в каком виде система будет выдавать рекомендации оператору.

3. Обнаружение дефектов на конвейере

На линии сборки электронных плат визуальный контроль выполняют два оператора. Пропуск дефекта (трещина дорожки, отсутствие компонента) стоит 500 руб., ложная тревога – 50 руб. (дополнительная проверка).

Задание:

Предложите решение на основе компьютерного зрения. Опишите: архитектуру (камера, освещение, edge -ПК или сервер), какой тип нейронной сети (детекция / сегментация), как сбалансировать метрики (precision / recall) с учётом заданных стоимостей ошибок, и как интегрировать систему в линию (остановка / сигнал оператору).

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»

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				
Трофимов, В. Б., Кулаков, С. М.	Интеллектуальные автоматизированные системы управления технологическими объектами	Москва, Вологда: Инфра-Инженерия	2020	http://www.iprbookshop.ru/98392.html
7.1.2 Дополнительная учебная литература				
Кудинов, Ю. И.	Интеллектуальные системы	Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ	2014	http://www.iprbookshop.ru/55089.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