

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 02.06.2025 15:10:14
Уникальный программный ключ:
sa953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»**

Инженерная академия

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ АНАЛИЗА ДАННЫХ В МАШИНОСТРОЕНИИ

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

**15.04.05 КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ /
27.04.04 УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ
И ПРОИЗВОДСТВО**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2025 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Прикладные задачи анализа данных в машиностроении» входит в программу магистратуры «Интеллектуальное машиностроительное проектирование и производство» по направлениям 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» » / 27.04.04 Управление в технических системах и изучается во 2 семестре 1 курса. Дисциплину реализует Кафедра механики и процессов управления. Дисциплина состоит из 6 разделов и 22 тем и направлена на изучение 1. основных типов данных, источников и специфики данных в машиностроении (эксплуатационные, сенсорные, проектные, производственные). 2. формирование навыков сбора, предобработки, визуализации и анализа данных, характерных для отрасли. 3. применение статистических методов, методов машинного обучения (МО) и интеллектуального анализа данных для решения типовых задач: прогнозирование остаточного ресурса, диагностика неисправностей, оптимизация режимов работы, контроль качества, анализ надежности. 4. развитие умения постановки инженерной задачи в терминах анализа данных, выбора адекватных методов и инструментов, интерпретации результатов в контексте физических процессов. 5. отработку навыков работы с современным ПО для анализа данных и визуализации результатов. 6. формирование понимания концепций Промышленного Интернета Вещей (IIoT) и цифровых двойников применительно к машиностроению.

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов компетенций по применению современных методов анализа данных (АД) для решения актуальных инженерных задач проектирования, производства, эксплуатации, диагностики и оптимизации оборудования.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Прикладные задачи анализа данных в машиностроении» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Вырабатывает инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, целей; УК-6.2 Находит и использует источники получения дополнительной информации для повышения уровня общих и профессиональных знаний; УК-6.3 Распределяет задачи на долго-, средне- и краткосрочные с обоснованием актуальности и анализа ресурсов для их выполнения;
ОПК-3	Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности	ОПК-3.1 Применяет программные средства в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств; ОПК-3.2 Анализирует, извлекает и использует необходимую информацию из различных источников при решении поставленных задач;
ОПК-6	Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования	ОПК-6.1 Знает основные методы, применяемые для разработки систем управления сложными техническими объектами и технологическими процессами, подходы к разработке и внедрению производственно-технологической документации с использованием современных алгоритмов и цифровых систем.

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
	производственно-технологической документации машиностроительных производств, осуществлять обоснованный выбор, разрабатывать и реализовывать на практике схмотехнические, системотехнические и аппаратно-программные решения для систем автоматизации и управления, а также выбирать методы и разрабатывать системы управления сложными техническими объектами и технологическими процессами	Умеет разрабатывать и реализовывать на практике схмотехнические и системотехнические решения для систем автоматизации и управления; ОПК-6.2 Разрабатывает и применяет аппаратно-программные решения для автоматизации и управления простыми и сложными техническими объектами и процессами в различных отраслях машиностроения; ОПК-6.3 Применяет физико-математические методы и стандартные программные средства для решения задач в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроения, умеет разрабатывать, выбирать и реализовывать решения для автоматизации и управления сложными техническими объектами и процессами;
ОПК-9	Способен осуществлять оценку эффективности результатов разработки систем управления математическими методами	ОПК-9.1 Знает основные математические методы применяемые для оценки эффективности результатов систем управления; ОПК-9.2 Умеет применять математические методы для оценки эффективности результатов систем управления; ОПК-9.3 Владеет методами для проведения оценки эффективности результатов систем управления;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Прикладные задачи анализа данных в машиностроении» относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Прикладные задачи анализа данных в машиностроении».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки		Преддипломная практика; Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы в области машиностроения); Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы в области искусственного интеллекта); <i>Менеджмент в машиностроительной науке**</i> ;

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ОПК-6	Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования производственно-технологической документации машиностроительных производств, осуществлять обоснованный выбор, разрабатывать и реализовывать на практике схемотехнические, системотехнические и аппаратно-программные решения для систем автоматизации и управления, а также выбирать методы и разрабатывать системы управления сложными техническими объектами и технологическими процессами	Современные методы машинного обучения; Алгоритмы и структуры данных;	Компьютерное зрение;
ОПК-3	Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности	Нанотехнологии в машиностроении; Современные методы машинного обучения;	
ОПК-9	Способен осуществлять оценку эффективности результатов разработки систем управления математическими методами	Надежность и диагностика технологических систем; Современные методы машинного обучения;	Практикум применения искусственного интеллекта в машиностроении;

* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

** - элективные дисциплины /практики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Прикладные задачи анализа данных в машиностроении» составляет «5» зачетных единиц.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)
			2
Контактная работа, ак.ч.	36		36
Лекции (ЛК)	18		18
Лабораторные работы (ЛР)	18		18
Практические/семинарские занятия (СЗ)	0		0
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	117		117
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	27		27
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	180	180
	зач.ед.	5	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
Раздел 1	Введение в АД и специфика данных в машиностроении	1.1	Роль АД в современном машиностроении. Обзор кейсов (Siemens, GE, Alstom, РЭС и др.). Тренды: IIoT, Цифровые двойники, ИИ.	ЛК, ЛР
		1.2	Основные типы данных: эксплуатационные (температура, давление, расход, вибрация, электрические параметры), производственные (геометрия, материалы, допуски), проектные, данные испытаний, метаданные. Источники данных (SCADA, АСУ ТП, CMS, IoT-датчики, лаборатории, САПР/PLM).	ЛК, ЛР
		1.3	Ключевые задачи АД: Прогноз остаточного ресурса (RUL), Диагностика неисправностей (FDD), Оптимизация режимов работы, Контроль качества производства, Анализ надежности (RAMS), Управление жизненным циклом (PLM).	ЛК, ЛР
		1.4	Инструментарий: Обзор ПО (Python/R, MATLAB, Minitab, Knime, RapidMiner). Знакомство с Python/R для АД (основы, среды разработки)	ЛК, ЛР
Раздел 2	Предобработка и визуализация инженерных данных	2.1	Загрузка данных из различных источников (CSV, Excel, SQL/NoSQL БД, API промышленных систем).	ЛК, ЛР
		2.2	Очистка данных: Работа с пропусками (интерполяция, удаление), выбросами (статистические методы, физические ограничения), дубликатами, шумом. Особенности обработки сигналов.	ЛК, ЛР
		2.3	Трансформация данных: Нормализация/стандартизация, кодирование категориальных признаков, генерация признаков (feature engineering) для технических данных (производные, интегралы, спектральные характеристики, статистики сигналов)	ЛК, ЛР
		2.4	Разведочный анализ данных (EDA): Визуализация (Matplotlib/Seaborn, Plotly): временные ряды, гистограммы, диаграммы рассеяния, box-plot, корреляционные матрицы. Выявление закономерностей, трендов, аномалий.	ЛК, ЛР
Раздел 3	Статистические методы для анализа и контроля	3.1	Основы статистического анализа: Описательная статистика, проверка гипотез (t-тест, ANOVA), корреляционный и регрессионный анализ (линейная, множественная регрессия) для инженерных задач.	ЛК, ЛР
		3.2	Методы статистического контроля процессов (SPC): Контрольные карты Шухарта (X-bar, R, S), CUSUM, EWMA для мониторинга параметров производства и эксплуатации.	ЛК, ЛР
		3.3	Анализ надежности: Распределения отказов (Вейбулла, экспоненциальное, нормальное), расчет показателей надежности (MTTF, MTBF, интенсивность отказов).	ЛК, ЛР
Раздел 4	Машинное обучение для прогнозирования и диагностики	4.1	Основы МО: Типы задач (обучение с учителем/без). Переобучение, валидация, кросс-валидация. Метрики качества.	ЛК, ЛР
		4.2	Прогнозирование (Регрессия): Линейная	ЛК, ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
			регрессия, деревья решений, случайный лес, градиентный бустинг (XGBoost, LightGBM) для прогноза параметров (КПД, температура выхлопа) и остаточного ресурса (RUL).	
		4.3	Классификация: Логистическая регрессия, метод опорных векторов (SVM), k-ближайших соседей (kNN), нейронные сети для диагностики неисправностей (балансировка, износ, кавитация, закоксовывание).	ЛК, ЛР
		4.4	Кластеризация и Обнаружение Аномалий: K-means, DBSCAN, изолирующий лес (Isolation Forest), One-Class SVM для выявления аномальных режимов работы или дефектов.	ЛК, ЛР
Раздел 5	Анализ сигналов и временных рядов	5.1	Обработка сигналов: Фильтрация (ФНЧ, ФВЧ, полосовая), спектральный анализ (БПФ), анализ огибающей. Извлечение признаков из сигналов вибрации, акустики, токов/напряжений.	ЛК, ЛР
		5.2	Анализ временных рядов: Автокорреляция, скользящее среднее, экспоненциальное сглаживание, модели ARIMA/SARIMA для прогнозирования эксплуатационных параметров.	ЛК, ЛР
		5.3	Диагностика по вибрации: Характерные частоты отказов (подшипники, шестерни, дисбаланс, расцентровка, ослабление). Методы выделения признаков.	ЛК, ЛР
Раздел 6	Интеграция и прикладные системы	6.1	Промышленный Интернет Вещей (IIoT) и облачные платформы: Архитектура, сбор данных, MQTT, OPC UA. Облачные сервисы (Azure IIoT, AWS IIoT).	ЛК, ЛР
		6.2	Цифровые двойники: Концепция, уровни зрелости, применение для моделирования, прогнозирования и оптимизации энергооборудования.	ЛК, ЛР
		6.3	Системы мониторинга состояния (CMS) и предиктивной аналитики: Обзор рынка, функционал, примеры внедрения.	ЛК, ЛР
		6.4	Развертывание решений: Прототипирование, создание пайплайнов, интерфейсы (Dash, Streamlit), Docker.	ЛК, ЛР

* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/семинарские занятия.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими	

	средствами мультимедиа презентаций.	
Компьютерный класс	Компьютерный класс для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная персональными компьютерами (в количестве 14 шт.), доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Для самостоятельной работы	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Джеймс Г. и др. Введение в статистическое обучение с примерами на языке R //М.: ДМК Пресс. – 2016.
2. Рашка, Себастьян. Python и машинное обучение. Litres, 2022.

Дополнительная литература:

1. Клевеланд У.С. Контрольные карты Шухарта. - Бином. Лаборатория знаний, 2019.
- 2.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН

<https://mega.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>
- ЭБС «Юрайт» <http://www.biblio-online.ru>
- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru
- ЭБС «Знаниум» <https://znanium.ru/>

2. Базы данных и поисковые системы

- Sage <https://journals.sagepub.com/>
- Springer Nature Link <https://link.springer.com/>
- Wiley Journal Database <https://onlinelibrary.wiley.com/>
- Научометрическая база данных Lens.org <https://www.lens.org>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля:*

1. Курс лекций по дисциплине «Прикладные задачи анализа данных в машиностроении».

* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент

Должность, БУП

Подпись

Салтыкова Ольга

Александровна

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Заведующий кафедрой

Должность, БУП

Подпись

Разумный Юрий

Николаевич

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛИ ОП ВО:

Заведующий кафедрой

Должность, БУП

Подпись

Разумный Юрий

Николаевич

Фамилия И.О.

Доцент

Должность, БУП

Подпись

Давыденко Павел

Александрович

Фамилия И.О.