МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.
Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИГДиТ
А.А. Зубков

02.02.2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПРЕДИКТИВНАЯ АНАЛИТИКА И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТОВ ГОРНОЙ ТЕХНИКИ

Направление подготовки (специальность)
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль/специализация) программы
Маркшейдерское дело

Уровень высшего образования - специалитет

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт горного дела и транспорта
Кафедра	Горных машин и транспортно-технологических комплексов
Курс	4
Семестр	8

Магнитогорск
2026 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - специалитет по специальности 21.05.04 Горное дело (приказ Минобрнауки России от 12.08.2020 г. № 987)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических комплексов
29.01.2026, протокол № 5

Зав. кафедрой _____ А.И. Курочкин

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ

Председатель _____ А.А. Зубков

Согласовано:
Зав. кафедрой Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных

_____ И.А. Гришин

Рабочая программа составлена:
зав. кафедрой кафедры ГМиТТК, к.т.н. _____А.И. Курочкин

Рецензент:
Зам. начальника КРЦ-2 ООО "ОСК" ГМиТТК_____С.В. Немков

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____20___г. № ___
Зав. кафедрой _____ А.И. Курочкин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____20___г. № ___
Зав. кафедрой _____ А.И. Курочкин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____20___г. № ___
Зав. кафедрой _____ А.И. Курочкин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____20___г. № ___
Зав. кафедрой _____ А.И. Курочкин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2031 - 2032 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____20___г. № ___
Зав. кафедрой _____ А.И. Курочкин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2032 - 2033 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____20___г. № ___
Зав. кафедрой _____ А.И. Курочкин

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Сформировать у обучающихся комплексные знания, практические навыки и профессиональные компетенции в области предиктивной аналитики и технологий искусственного интеллекта для оптимизации процессов технического обслуживания и ремонтов (ТОиР) горной техники, повышения надёжности оборудования и снижения эксплуатационных затрат в горнодобывающей отрасли.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Предиктивная аналитика и искусственный интеллект при организации технического обслуживания и ремонтов горной техники входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Производственная - производственно- технологическая практика

Математическая обработка результатов измерений

Цифровое моделирование

Техническое черчение

Механизация горного производства

Горные машины и оборудование

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Производственная - производственно- технологическая практика

Безопасность ведения горных работ

Автоматизация и электрификация горного производства

Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Производственная - преддипломная практика

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Предиктивная аналитика и искусственный интеллект при организации технического обслуживания и ремонтов горной техники» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-21 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	
ОПК-21.1	Осуществляет поиск, анализ и синтез информации с использованием информационных технологий
ОПК-21.2	Применяет технологии обработки данных, выбора данных по критериям; строит типичные модели решения предметных задач по изученным образцам
ОПК-21.3	Использует современные информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

– контактная работа – 36,7 акад. часов:

– аудиторная – 36 акад. часов;

– внеаудиторная – 0,7 акад. часов;

– самостоятельная работа – 71,3 акад. часов;

– в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Введение в предиктивную аналитику и ИИ в горнодобывающей отрасли								
1.1 Роль и значение предиктивной аналитики в повышении надёжности горной техники.	8	2		2	6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет). Подготовка к практическому занятию	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии.	ОПК-21.1, ОПК-21.2, ОПК-21.3
1.2 Эволюция подходов к ТОиР: от планово-предупредительных ремонтов к прогнозным моделям.		2		2	6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографичес	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии.	ОПК-21.1, ОПК-21.2, ОПК-21.3

						ким материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет). Подготовка к практическому занятию		
1.3 Обзор кейсов внедрения ИИ и предиктивной аналитики на горнодобывающих предприятиях.	8	2		2	6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет). Подготовка к практическому занятию	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии.	ОПК-21.1, ОПК-21.2, ОПК-21.3
Итого по разделу		6		6	18			
2. Основы машинного обучения для прогнозирования отказов								
2.1 Задачи классификации (прогноз типа отказа) и регрессии (оценка остаточного ресурса).	8	2		2	6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет). Подготовка к практическому занятию	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии.	ОПК-21.1, ОПК-21.2, ОПК-21.3

2.2 Алгоритмы для предиктивной аналитики: деревья решений, случайные леса, градиентный бустинг.	8	2		2	6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет). Подготовка к практическому занятию	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии.	ОПК-21.1, ОПК-21.2, ОПК-21.3
2.3 Нейронные сети и глубокое обучение для анализа сложных паттернов.		2		2	6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет). Подготовка к практическому занятию	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии.	ОПК-21.1, ОПК-21.2, ОПК-21.3
Итого по разделу		6		6	18			
3. Методы предиктивной аналитики для горной техники								
3.1 Обнаружение аномалий в работе оборудования (алгоритмы Isolation Forest, Autoencoders).	8			2	6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии.	ОПК-21.1, ОПК-21.2, ОПК-21.3

						библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет). Подготовка к практическому занятию		
3.2 Прогнозирование остаточного срока службы (RUL — Remaining Useful Life) с использованием регрессионных моделей и survival analysis.	8			2	6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет). Подготовка к практическому занятию	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии.	ОПК-21.1, ОПК-21.2, ОПК-21.3
3.3 Многопараметрический мониторинг состояния узлов горной техники.				2	6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет). Подготовка к практическому занятию	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии.	ОПК-21.1, ОПК-21.2, ОПК-21.3
Итого по разделу				6	18			
4. Внедрение систем предиктивного ТОиР								
4.1 Интеграция с ERP- и EAM-системами предприятия.	8			2	6	Самостоятельное изучение учебной и	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное	ОПК-21.1, ОПК-21.2, ОПК-21.3

						научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет). Подготовка к практическому занятию	сообщение на занятии.	
4.2 Автоматизация формирования заявок на ремонт и заказ запчастей.	8			2	6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет). Подготовка к практическому занятию	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии.	ОПК-21.1, ОПК-21.2, ОПК-21.3
4.3 Оценка экономической эффективности: снижение простоев, сокращение затрат на ремонты.				2	5,3	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии.	ОПК-21.1, ОПК-21.2, ОПК-21.3

						Подготовка к практическому занятию		
Итого по разделу				6	17,3			
Итого за семестр		12		24	71,3		зачёт	
Итого по дисциплине		12		24	71,3		зачет	

5 Образовательные технологии

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

2. Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:

Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

3. Технологии проектного обучения – организация образовательного процесса в соответствии с алгоритмом поэтапного решения проблемной задачи или выполнения учебного задания. Проект предполагает совместную учебно-познавательную деятельность группы студентов, направленную на выработку концепции, установление целей и задач, формулировку ожидаемых результатов, определение принципов и методик решения поставленных задач, планирование хода работы, поиск доступных и оптимальных ресурсов, поэтапную реализацию плана работы, презентацию результатов работы, их осмысление и рефлексию.

Основной тип проектов:

Исследовательский проект – структура приближена к формату научного исследования (доказательство актуальности темы, определение научной проблемы, предмета и объекта исследования, целей и задач, методов, источников, выдвижение гипотезы, обобщение результатов, выводы, обозначение новых проблем).

4. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе личностно значимого для них образовательного результата. Наряду со специализиро-ванными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды.

Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:

Лекция «обратной связи» – лекция–провокация (изложение материала с заранее за-планированными ошибками), лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-прессконференция.

5. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении

специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Практическое занятие в форме презентации – представление результатов проектной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программных сред.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Soofastaei A. Advanced analytics in mining engineering. Leverage advanced analytics in mining industry to make better business decisions / Springer Cham. Springer Nature Switzerland AG 2022. XIII, 747.

2. Николаев, А. К. Надежность горных машин и оборудования : Учебное пособие для вузов / А. К. Николаев, С. Л. Иванов, В. В. Габов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 100 с. — ISBN 978-5-8114-9150-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/187692 (дата обращения: 13.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт горных машин калийных рудников : учебное пособие / В. Ю. Зверев, Д. И. Шишлянников, М. Ю. Микрюков [и др.]. — Пермь : ПНИПУ, 2022. — 204 с. — ISBN 978-5-398-02690-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/239903 (дата обращения: 13.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Основы эксплуатации горных машин и оборудования: учеб. пособие / А. В. Гилёв, В. Т. Чесноков, Н. Б. Лаврова и др.; под общ.ред. А. В. Гилёва. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. – 276 с.ISBN 978-5-7638-2194-9» (Гилёв, А. В. Основы эксплуатации горных машин и оборудования : учебное пособие / А. В. Гилёв, В. Т. Чесноков, Н. Б. Лаврова. — Красноярск : СФУ, 2011. — ISBN 978-5-7638-2194-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/6042 (дата обращения: 13.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 2.).

2. Монтаж, эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт технологического оборудования : учебное пособие / составители И. С. Бусаров, Р. Э. Кобыльский. — Омск : ОмГТУ, 2024. — 152 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/504271 (дата обращения: 13.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт горных машин калийных рудников : учебное пособие / В. Ю. Зверев, Д. И. Шишлянников, М. Ю. Микрюков [и др.]. — Пермь : ПНИПУ, 2022. — 204 с. — ISBN 978-5-398-02690-0. — Текст :

электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/239903 (дата обращения: 13.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

1. Горные машины и комплексы : учебное пособие / А. А. Хорешок, А. М. Цехин, Л. Е. Маметьев [и др.]. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2018. — 157 с. — ISBN 978-5-906969-87-39. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/115182 (дата обращения: 26.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Горные машины и оборудование подземных горных работ : учебное пособие / А. А. Хорешок, Ю. А. Антонов, Л. Ф. Кожухов, А. М. Цехин. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. — 170 с. — ISBN 978-5-89070-832-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/6621 (дата обращения: 26.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
MathWorks MathLab v.2014 Classroom License	К-89-14 от 08.12.2014	бессрочно
Autodesk AutoCad 2011 Master Suite	К-526-11 от 22.11.2011	бессрочно
Autodesk AutoCad Mechanical 2011 Master Suite	К-526-11 от 22.11.2011	бессрочно
Autodesk Inventor Professional 2011 Master Suite	К-526-11 от 22.11.2011	бессрочно
АСКОН Компас 3D в.16	Д-261-17 от 16.03.2017	бессрочно
АРМ WinMachine 2010	Д-262-12 от 15.02.2012	бессрочно
Adobe Reader	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

2. Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

3. Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

4. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: Стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации.

Приложение 1

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

По дисциплине предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Самостоятельная работа по освоению дисциплины необходима для углубленного изучения материала курса. Самостоятельная работа студентов регламентируется графиками учебного процесса и самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов состоит из следующих взаимосвязанных частей:

1) Изучение теоретического материала в форме:

- Самостоятельное изучение учебной и научно литературы по теме
- Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).

Остаточные знания определяются результатами сдачи зачета.

2) Подготовка к практическим занятиям и выполнение практических работ

Самостоятельная работа выполняется студентами на основе учебно-методических материалов дисциплины.

Темы для проверки самостоятельной работы студентов

1. Роль и значение предиктивной аналитики в повышении надёжности горной техники.
2. Эволюция подходов к ТОиР: от планово-предупредительных ремонтов к прогнозным моделям.
3. Обзор кейсов внедрения ИИ и предиктивной аналитики на горнодобывающих предприятиях.
4. Основные вызовы и ограничения при внедрении интеллектуальных систем ТОиР.
5. Источники данных о состоянии горной техники (датчики IoT, системы SCADA, журналы ремонтов, телеметрия).
6. Типы данных: временные ряды, категориальные и числовые признаки, текстовые записи о ремонтах.
7. Сбор, хранение и предварительная обработка данных.
8. Очистка данных: работа с пропусками, выбросами, дубликатами.
9. Нормализация и стандартизация данных для моделей машинного обучения.
10. Базовые концепции машинного обучения: обучение с учителем и без учителя.
11. Задачи классификации (прогноз типа отказа) и регрессии (оценка остаточного ресурса).
12. Алгоритмы для предиктивной аналитики: деревья решений, случайные леса, градиентный бустинг.
13. Нейронные сети и глубокое обучение для анализа сложных паттернов.
14. Метрики оценки качества моделей: точность, полнота, F1-score, MAE, RMSE
15. Анализ временных рядов: ARIMA, экспоненциальное сглаживание.
16. Обнаружение аномалий в работе оборудования (алгоритмы Isolation Forest, Autoencoders).
17. Прогнозирование остаточного срока службы (RUL — Remaining Useful Life) с использованием регрессионных моделей и survival analysis.
18. Многопараметрический мониторинг состояния узлов горной техники.Концепция цифрового двойника оборудования.
19. Построение виртуальных моделей экскаваторов, самосвалов, буровых установок.
20. Интеграция данных реального времени с цифровыми моделями.
21. Использование цифровых двойников для тестирования сценариев ТОиР и оптимизации графиков обслуживания.
22. Обзор программных средств: Python (библиотеки scikit-learn, TensorFlow, PyTorch), R, MATLAB.
23. Платформы промышленного IoT и предиктивной аналитики (GE Predix, Siemens MindSphere, отечественные аналоги).
24. Визуализация данных и дашборды для мониторинга состояния техники (Tableau, Power BI, Grafana)
25. Архитектура системы предиктивного обслуживания: Edge-вычисления и облачные решения.
26. Интеграция с ERP- и EAM-системами предприятия.
27. Автоматизация формирования заявок на ремонт и заказ запчастей.
28. Управление рисками при внедрении ИИ-решений.
29. Оценка экономической эффективности: снижение простоев, сокращение затрат на ремонты.
30. Стандарты и регламенты по эксплуатации и обслуживанию горной техники.
31. Требования к безопасности и надёжности ИИ-систем в промышленности.

32. Этические и юридические аспекты использования данных и алгоритмов ИИ.

Приложение 2

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине (модулю) за период обучения и проводится в форме зачета.

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ОПК-21: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности		
ОПК-21.1	Осуществляет поиск, анализ и синтез информации с использованием информационных технологий	1. Какие экономические выгод ы даёт внедрение предиктивн ой аналитики в ТОиР горной т ехники? 2. Приведите 2–3 примера успе шного внедрения ИИ в горнод обывающих компаниях. 3. Какие основные барьеры ме шают внедрению предиктивн ых систем на горных предпри ятиях? 4. Как предиктивная аналитик а влияет на коэффициент тех нической готовности оборудо вания? 5. Какие источники данных ис пользуются для предиктивног о анализа горной техники? 6. В чём особенности временн ых рядов как типа данных для прогнозирования отказов? 7. Опишите этапы предварите льной обработки данных пере д обучением моделей.

		8. Как бороться с пропусками и выбросами в данных телеме трии горной техники? 9. Зачем нужна нормализация и стандартизация данных в п редиктивной аналитике? 10.В чём разница между обуч ением с учителем и без учите ля применительно к ТОиР? 11.Какие задачи машинного о бучения решаются при прогно зировании отказов оборудования?
		12. Перечислите 3–4 алгоритм а классификации, подходящи х для прогноза типа отказа го рной техники. 13. Как интерпретировать мет рики MAE и RMSE при прогноз ировании остаточного ресурса ? 14. Почему ансамблевые мето ды (случайный лес, градиентн ый бустинг) часто предпочтит ельнее одиночных моделей? 15. Для чего применяется анал из временных рядов в предик тивном обслуживании?
ОПК-21.2	Применяет технологии обработки данных, выбора данных по критериям; строит типичные модели решения предметных задач по изученным образцам	• Как алгоритмы обн аружения аномалий по могают в прогнозирова нии отказов? • Что такое RUL (Rem aining Useful Life) и как е го прогнозируют? • Опишите подход su rvival analysis к оценке надёжности горного об орудования. • Какие параметры ч аще всего

		мониторят дл я предиктивного обслу живания экскаваторов? • Что такое цифрово й двойник оборудовани я и какие функции он в ыполняет? • Как интегрировать данные реального врем ени с цифровой модель ю горной техники? • Какие преимущест ва даёт использование цифровых двойников дл я планирования ТОиР? Приведите пример использования цифрово го двойника для тестир ования сценариев обслу живания.
		• Какие программны е платформы позволяют создавать цифровые дв ойники горной техники? • Какие библиотеки Python наиболее популя рны для предиктивной аналитики? • Сравните возможн ости TensorFlow и PyTorc h для задач прогнозиро вания отказов. • Какие промышленн ые платформы IoT пред лагают готовые решени я для предиктивного ТО иР? • Как визуализирова ть результаты предикти вной аналитики для ин женеров и руководител ей? • Какие дашборды л учше подходят для мон иторинга состояния гор ной техники (Tableau, P ower BI, Grafana)? • Из каких компонен тов состоит

		архитектур а системы предиктивно го обслуживания?
ОПК-21.3	Использует современные информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности	• Из каких компонентов состоит архитектура сист емы предиктивного обслу живания? • Как интегрировать пр едиктивную систему с ERP и EAM-системами предпри ятия? • Какие риски связаны с внедрением ИИ-решений в ТОиР и как их минимизиро вать? • Как рассчитать эконо мический эффект от внед рения предиктивной анал итики? • Какие показатели KPI следует отслеживать посл е запуска предиктивной с истемы? Какие стандарты регу лируют эксплуатацию и об служивание горной техни ки в РФ?
		• Каковы требования к безопасности ИИ-систем в промышленности? • Какие этические проб лемы могут возникнуть пр и использовании алгоритм ов ИИ в ТОиР? • Как обеспечить защит у данных телеметрии горн ой техники? • Какие законодательн ые акты регулируют испол ьзование ИИ в России? • Опишите пошаговый а лгоритм построения моде ли прогнозирования отказ а насоса самосвала. • Как выбрать метрики оценки качества для зада чи прогноза остаточного р есурса редуктора?

		• Какие признаки включ ить в модель прогнозиров ания износа гусениц экска ватора? • Как валидировать мод ель предиктивной аналит ики на реальных данных? • Как автоматизировать формирование заявок на р емонт на основе прогнозо в ИИ?

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме по теоретическим вопросам.

Показатели и критерии оценивания зачета:

- на оценку **«зачтено»** – обучающийся демонстрирует уровень сформированности компетенций выше порогового: основные знания, умениясвоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

- на оценку **«не зачтено»** – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Перечень теоретических вопросов для подготовки к зачету:

1. Какие экономические выгоды даёт внедрение предиктивной аналитики в ТО иР горной техники?
2. Приведите 2–3 примера успешного внедрения ИИ в горнодобывающих компа ниях.
3. Какие основные барьеры мешают внедрению предиктивных систем на горны х предприятиях?
4. Как предиктивная аналитика влияет на коэффициент технической готовнос ти оборудования?
5. Какие источники данных используются для предиктивного анализа горной т ехники?
6. В чём особенности временных рядов как типа данных для прогнозирования отказов?
7. Опишите этапы предварительной обработки данных перед обучением модел ей.
8. Как бороться с пропусками и выбросами в данных телеметрии горной техник и?
9. Зачем нужна нормализация и стандартизация данных в предиктивной анали

тике?

10. В чём разница между обучением с учителем и без учителя применительно к ТОиР?

11. Какие задачи машинного обучения решаются при прогнозировании отказов оборудования?

12. Перечислите 3–4 алгоритма классификации, подходящих для прогноза тип а отказа горной техники.

13. Как интерпретировать метрики MAE и RMSE при прогнозировании остаточн ого ресурса?

14. Почему ансамблевые методы (случайный лес, градиентный бустинг) часто предпочтительнее одиночных моделей?

15. Для чего применяется анализ временных рядов в предиктивном обслужива нии?

16. Как алгоритмы обнаружения аномалий помогают в прогнозировании отказо в?

17. Что такое RUL (Remaining Useful Life) и как его прогнозируют?

18. Опишите подход survival analysis к оценке надёжности горного оборудован ия.

19. Какие параметры чаще всего мониторят для предиктивного обслуживания экскаваторов?

20. Что такое цифровой двойник оборудования и какие функции он выполняет ?

21. Как интегрировать данные реального времени с цифровой моделью горной техники?

22. Какие преимущества даёт использование цифровых двойников для планир ования ТОиР?

23. Приведите пример использования цифрового двойника для тестирования с ценариев обслуживания.

24. Какие программные платформы позволяют создавать цифровые двойники г орной техники?

25. Какие библиотеки Python наиболее популярны для предиктивной аналитик и?

26. Сравните возможности TensorFlow и PyTorch для задач прогнозирования от казов.

27. Какие промышленные платформы IoT предлагают готовые решения для пр едиктивного ТОиР?

28. Как визуализировать результаты предиктивной аналитики для инженеров и руководителей?

29. Какие дашборды лучше подходят для мониторинга состояния горной техни ки (Tableau, Power BI, Grafana)?

30. Из каких компонентов состоит архитектура системы предиктивного обслуж ивания?

31. Как интегрировать предиктивную систему с ERP и EAM-системами предпри ятия?

32. Какие риски связаны с внедрением ИИ-решений в ТОиР и как их минимизир овать?

33. Как рассчитать экономический эффект от внедрения предиктивной аналит ики?

34. Какие показатели KPI следует отслеживать после запуска предиктивной си стемы?

35. Какие стандарты регулируют эксплуатацию и обслуживание горной техник и в РФ?

36. Каковы требования к безопасности ИИ-систем в промышленности?

37. Какие этические проблемы могут возникнуть при использовании алгоритмо в ИИ в ТОиР?

38. Как обеспечить защиту данных телеметрии горной техники?

39. Какие законодательные акты регулируют использование ИИ в России?

40. Опишите пошаговый алгоритм построения модели прогнозирования отказа насоса самосвала.

41. Как выбрать метрики оценки качества для задачи прогноза остаточного ре сурса редуктора?

42. Какие признаки включить в модель прогнозирования износа гусениц экскав атора?

43. Как валидировать модель предиктивной аналитики на реальных данных?

44. Как автоматизировать формирование заявок на ремонт на основе прогнозо в ИИ?