

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 11.10.2023 16:07:49

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Интеллектуальные робототехнические системы в горной промышленности

Закреплена за подразделением

Кафедра АСУ

Направление подготовки

13.04.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Профиль

Цифровизация энергетических комплексов предприятий

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет 3

аудиторные занятия

17

самостоятельная работа

91

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	4	4	4	4
Практические	13	13	13	13
Итого ауд.	17	17	17	17
Контактная работа	17	17	17	17
Сам. работа	91	91	91	91
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*дтн, Нач. каф., Темкин Игорь Олегович; Преод., Агабубаев Аслан*

Рабочая программа

**Интеллектуальные робототехнические системы в горной промышленности**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 13.04.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

13.04.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, 13.04.02-МЭЭ-23-2.plx Цифровизация энергетических комплексов предприятий, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

13.04.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, Цифровизация энергетических комплексов предприятий, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра АСУ**

Протокол от 07.07.2021 г., №11

Руководитель подразделения Темкин Игорь Олегович

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	– ознакомление с основными принципами устройства робототехнических систем,
1.2	и возможными направлениями использования интеллектуальных роботов в горной промышленности.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.03
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Анализ производственных рисков промышленных предприятий	
2.1.2	Геоинформационные системы в энергетике	
2.1.3	Проектирование информационных систем промышленных предприятий	
2.1.4	Проектирование электротехнических систем	
2.1.5	Технология, средства контроля энергоресурсов и энергоэффективности	
2.1.6	Безопасность производственных процессов	
2.1.7	Конструкторско-технологическая подготовка производства	
2.1.8	Производственная практика	
2.1.9	Современные проблемы науки и энергетики горного производства	
2.1.10	Технологические процессы горного производства	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Производственная (преддипломная) практика	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ПК-2: Способен организовать и выполнять работы по техническому обслуживанию электротехнических устройств, комплексов релейной защиты и автоматики</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-2-31 Методологические основы проектирования робототехнических систем	
<b>ПК-1: Способен технически сопровождать оперативную эксплуатацию электротехнических устройств, комплексов релейной защиты и автоматики</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-1-31 принципы оценки эффективности роботизированных технологий	
<b>ОПК-4: Способен осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-4-31 критерии, определяющие степень эффективности применения роботизации горно-технологических процессов	
<b>ПК-2: Способен организовать и выполнять работы по техническому обслуживанию электротехнических устройств, комплексов релейной защиты и автоматики</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-2-У1 Применять программно-аппаратные средства проектирования и монтажа отдельных элементов робототехнических систем	
<b>ПК-1: Способен технически сопровождать оперативную эксплуатацию электротехнических устройств, комплексов релейной защиты и автоматики</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-1-У1 оценить влияние безлюдных технологий (интеллектуальная роботизация) на энергопотребление ГП	
<b>ОПК-4: Способен осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области</b>	
<b>Уметь:</b>	
ОПК-4-У1 оценивать приоритеты собственной деятельности в связи с внедрением инновационных решений	
<b>ПК-2: Способен организовать и выполнять работы по техническому обслуживанию электротехнических устройств, комплексов релейной защиты и автоматики</b>	

<b>Владеть:</b>
ПК-2-В1 навыками проектирования робототехнических систем
<b>ПК-1: Способен технически сопровождать оперативную эксплуатацию электротехнических устройств, комплексов релейной защиты и автоматики</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-1-В1 инструментами инженерного анализа эффективности инновационных решений
<b>ОПК-4: Способен осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-4-В1 навыками выполнения аналитических работ в области инновационных технологий

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Введение</b>							
1.1	Основы робототехнических систем и комплексов. История развития робототехники. Робототехника в горном деле. /Лек/	3	2	ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.5 Л1.6			
1.2	Примеры анализа использования роботов робототехнических систем в рамках горно-технологических процессов /Пр/	3	2	ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1				
1.3	Подготовка рефератов и докладов для выступления с докладами по внедрению инновационных робототехнических решений на горных предприятиях /Ср/	3	20	ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1				
	<b>Раздел 2. Принципы построения и применения мобильных робототехнических систем</b>							
2.1	Разновидности мобильных робототехнических систем. Роботизированный карьерный транспорт /Лек/	3	2	ОПК-4-31 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.6 Э1			
2.2	Алгоритмы разработки мобильных робототехнических систем в Mathwork Matlab Robotics System Toolbox /Пр/	3	4	ОПК-4-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.5 Л1.6 Л1.7			
2.3	Тестирование и верификация алгоритмов в симуляторах Gazebo. /Ср/	3	30	ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.4 Л1.5 Л1.7		КМ1	
	<b>Раздел 3. Алгоритмы планирования маршрута мобильных робототехнических систем</b>							

3.1	Глобальные и локальные методы планирования маршрута робототехнических систем. Построение графа видимости /Пр/	3	2	ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.10 Э4			P1
3.2	Алгоритмы в Robotics System Toolbox для построения карт, планирования и следования траектории, оценки состояний мобильных робототехнических комплексов /Пр/	3	2	ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.2 Л1.5 Л1.6 Э3			P1
3.3	Методы декомпозиции пространства для картографирования. Использование графов и деревьев для картографирования. /Пр/	3	3	ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.3 Л1.8			P1
3.4	Поиск по графу кратчайшего пути при помощи алгоритмов BFS, DFS, Dijkstra, A-Star, D-Star. Планирование пути в динамической среде /Ср/	3	41	ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.9 Э4		КМ1	

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Зачет	ОПК-4-31;ПК-1-31;ПК-2-31	<p>Проектирование информационных систем промышленных предприятий</p> <p>Анализ производственных рисков промышленных предприятий</p> <p>Технологические процессы горного производства</p> <p>Компьютерные, сетевые и информационные технологии</p> <p>Технология, средства контроля энергоресурсов и энергоэффективности</p> <p>Учебная практика</p> <p>Дополнительные главы математики</p> <p>Методология научного исследования</p> <p>Производственная практика</p> <p>Современные проблемы науки и энергетики горного производства</p> <p>Философские проблемы естествознания</p>

#### 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Практические работы	ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-У1;ПК-2-В1	<p>-Методы декомпозиции пространства для картографирования. Использование графов и деревьев для картографирования</p> <p>-Алгоритмы в Robotics System Toolbox для построения карт, планирования и следования траектории, оценки состояний мобильных робототехнических комплексов</p> <p>-Глобальные и локальные методы планирования маршрута робототехнических систем. Построение графа видимости</p>

#### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

По дисциплине не предусмотрен экзамен

#### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Дисциплина считается освоенной при выполнении следующих условий:

- текущий лекционный контроль имеет положительные оценки ("удовлетворительно"; "хорошо"; "отлично");
- выполнены и защищены все практические и самостоятельные работы на положительную оценку ("удовлетворительно"; "хорошо"; "отлично").

Знания обучающихся оцениваются по пятибалльной шкале оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Оценки «отлично» заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, хорошо усвоивший теоретический материал, активно работавший на лабораторных занятиях, разбирающийся в основных научных концепциях по изучаемой дисциплине, проявивший творческие способности и научный подход в понимании и изложении учебного материала, ответ отличается богатством и точностью использованных терминов, материал излагается последовательно и логично.

Оценки «хорошо» заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, не допускающий в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, активно работавший на практических занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, а также способность к их самостоятельному пополнению.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, обнаруживший знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, не отличавшийся активностью на практических занятиях, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, однако допустивший некоторые погрешности при их выполнении и в ответе на экзамене, обладающий необходимыми знаниями для устранения под руководством преподавателя допущенных погрешностей.

Оценки «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях или отсутствие знаний по значительной части основного учебного материала, не выполнившего самостоятельно предусмотренные программой основные задания, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не отработавшему основные практические занятия, допускающему существенные ошибки при ответе, и который не может продолжить обучение и приступить к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Катыс Г. П., Мамиконов Ю. Д., Мельниченко И. К., Ильинский В. М., Карягин О. И., Поцелуев А. В.	Информационные роботы и манипуляторы	Электронная библиотека	Москва: Энергия, 1968
Л1.2	Афонин В. Л., Макушкин В. А.	Интеллектуальные робототехнические системы: курс лекций: курс лекций	Электронная библиотека	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2005
Л1.3	Алексеев В. Е., Таланов В. А.	Графы и алгоритмы: структуры данных. Модели вычислений: курс лекций	Электронная библиотека	Москва: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016
Л1.4	Егоров О. Д.	Механика роботов: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Альтаир МГАВТ, 2007
Л1.5	Гончаревич И. Ф., Никулин К. С.	Основы робототехники. Механизмы выдвижения и поворота робота-погрузчика с пневмоприводом: методическое пособие	Электронная библиотека	Москва: Альтаир МГАВТ, 2014
Л1.6	Гончаревич И. Ф., Никулин К. С.	Робототехнические комплексы: лабораторный практикум: практикум	Электронная библиотека	Москва: Альтаир МГАВТ, 2010
Л1.7	Балабанов П. В.	Программирование робототехнических систем: учебное электронное издание: учебное пособие	Электронная библиотека	Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2018

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.8	Идрисов И. Р., Летягина В. В.	Картографирование в системах автоматизированного проектирования: учебно-методическое пособие	Электронная библиотека	Тюмень: Тюменский государственный университет, 2017
Л1.9	Дубравина Татьяна Викторовна, Прокопчук Юрий Юрьевич, Широков Андрей Игоревич, Кудрявцев Ю. Н.	Дискретная математика: Теория графов. Вып.5. Маршруты в графе. Виды маршрутов: учеб. пособие для студ. спец. 220200 и 351400	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2003
Л1.10	Давыдкин М. В.	Мехатроника и робототехника Arduino. Мобильный робот (N 3887): метод. указания	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2019

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	<a href="https://intuit.ru/studies/courses/46/46/info">https://intuit.ru/studies/courses/46/46/info</a>	
Э2	<a href="https://intuit.ru/studies/courses/14007/1280/lecture/24114?page=">https://intuit.ru/studies/courses/14007/1280/lecture/24114?page=</a>	
Э3	<a href="https://www.researchgate.net/publication/321812826_Soft_computing_models_in_an_intellectual_open-pit_mines_transport_control_system">https://www.researchgate.net/publication/321812826_Soft_computing_models_in_an_intellectual_open-pit_mines_transport_control_system</a>	
Э4	<a href="http://www.infokosmo.ru/ru/article/16524/vychislitelnye_modeli_vzaimodeystviya_avtonomnyh_mobilnyh_agentov_transportnogo_kompleksa_gornyh_predpriyatij/">http://www.infokosmo.ru/ru/article/16524/vychislitelnye_modeli_vzaimodeystviya_avtonomnyh_mobilnyh_agentov_transportnogo_kompleksa_gornyh_predpriyatij/</a>	

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Visio 2016
П.2	Microsoft Visual Studio 2015
П.3	LMS Canvas
П.4	MS Teams
П.5	Python
П.6	MATLAB

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	eLIBRARY.RU - крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии и образования ( <a href="http://www.elibrary.ru/">www.elibrary.ru/</a> )
И.2	Scopus - единая реферативная база данных научных публикаций ( <a href="http://www.scopus.com">www.scopus.com</a> )
И.3	exponenta.ru - информационный ресурс содействия русскоязычным инженерам в освоении передовых инструментов и технологий разработки и отладки сложных технических систем, алгоритмов и инженерного анализа данных (Mathwork Matlab).

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Л-826	Лаборатория	доска и маркеры, персональные компьютеры ОС Windows с администраторскими правами доступа, с проводными сетевыми платами, с СОМ-портами количеством не менее 6, сетевое коммуникационное оборудование CISCO: 6 коммутаторов и 6 маршрутизаторов, обжатые кабели витая пара прямые и кроссовые количеством не менее 12 каждый, консольные кабели количеством не менее 6
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus

Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
----------------------	--	--

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Подготовка к лекциям.

Подготовка к лекционному занятию включает выполнение всех видов заданий, рекомендованных к каждой лекции, т.е. задания выполняются еще до лекционного занятия по соответствующей теме.

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. При необходимости задавать преподавателю уточняющие вопросы.

Работая над конспектом лекций, Вам всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Самостоятельную работу по теоретическому курсу: аудиторную самостоятельную работу на лекциях, работу с лекционным материалом после лекции, выполнение дополнительных индивидуальных заданий на практических работах.

Самостоятельная работа на лекции выполняется в конце каждой лекции и заключается в решении небольшой задачи, поставленной преподавателем по материалу прочитанной лекции.

Работа с лекцией включает в себя дополнение конспекта сведениями из рекомендованной литературы (с указанием использованного источника).