

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
факультет космических исследований

 **УТВЕРЖДАЮ**
Декан
/Сазонов В.В. /
«28» декабря 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины (модуля):

Космическая робототехника: состояние и перспективы развития

Уровень высшего образования:

Бакалавриат, Специалитет, Магистратура

Направление подготовки / специальность:

Направленность (профиль) / специализация ОПОП:

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Ученым советом факультета космических исследований
(протокол № 2, от 28.12.2022)

Москва 2022

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 01.05.01. «Фундаментальные математика и механика» в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г..

Аннотация

Цели дисциплины: ознакомить студентов с информационными технологиями робототехники, используемыми в космической деятельности, областями применения космических роботов, перспективами развития технологий

Задачи дисциплины:

- дать студенту представление по следующим темам:

1. Назначение и особенности космических роботов, актуальность развития технологий космической робототехники.
2. Основные понятия космической робототехники.
3. История использования космических роботов.
4. Перспективные области применения космических роботов, обзор перспективных российских и зарубежных проектов.
5. Классификация космических роботов.
6. Информационные технологии, применяемые в космической робототехнике.
7. Основы цифровых информационно-коммуникационных технологий, используемых в космической робототехнике.
8. Направления развития космической робототехники.
9. Проблемы развития технологий космической робототехники.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

- Информация об образовательном стандарте и учебном плане:
 - тип образовательного стандарта и вид учебного плана (МС – специалист МГУ; ИБ – интегрированный магистр МГУ, учебный план бакалавриата; ИМ – интегрированный магистр МГУ, учебный план магистратуры; ММ – магистр МГУ; ФБ бакалавр ФГОС); МС – направление подготовки (в соответствии с образовательным стандартом): **ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА**
 - наименование учебного плана (в соответствии с утвержденным Перечнем ООП): **МС_ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА_КИ**
 - профиль подготовки / специализация : Космические исследования и космонавтика
- Информация о месте дисциплины / практики в образовательном стандарте и учебном плане:
 - дисциплина «Космическая робототехника: состояние и перспективы развития» относится к **ВАРИАТИВНОЙ** части профессионального цикла подготовки
 - модуль (если предусмотрено учебным планом): Космические исследования
 - тип (обязательный, курс по выбору, спецкурс, межфакультетский учебный курс): межфакультетский учебный курс
 - семестр: 5, 6, 7, 8

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть): для овладения дисциплины «Космическая робототехника: состояние и перспекти

3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников (коды)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с компетенциями
СПК-1. Способность использовать знания о современных методах научных и прикладных исследований в области космоса и использовании результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок космической деятельности при решении задач профессиональной деятельности;	Знать • Основные компоненты роботов • Технологии используемые в современной робототехнике • Классы методов машинного обучения • Цель и базовые задачи компьютерного зрения Уметь • Применять на практике принцип машинного обучения «сверху-вниз» и «снизу-вверх» • Различать понятия «техническое зрение» и «компьютерное зрение» Владеть • навыками классификации космических роботов по интеллектуальности, автономности, способам телеуправления
СПК-4. Способность на основе фундаментальных междисциплинарных знаний в области космических исследований и космонавтики предлагать концепции использования новых методов исследований и технологий.	Знать • приоритетные цели космической политики России • мировые тенденции развития космической деятельности • ожидаемые сферы применения роботов в космической деятельности, назначения и задачи Уметь • применять в практической деятельности основные данные по информационно-коммуникационным технологиям космической деятельности Владеть • навыками анализа и прогнозирования основных достижений космической робототехники в краткосрочной перспективе

4. Общая трудоемкость дисциплины (в ак. часах и зачетных единицах) 36ак. ч., 1зач. ед.

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

5.1 Структура дисциплины по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

5.1 Структура дисциплины по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Номинальные трудозатраты обучающегося		Самостоятельная работа обучающегося, академические часы	Всего академических часов	Форма текущего контроля успеваемости* (наименование)
	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, академические часы				
	Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа			
Тема 1 Введение в тематику. Обзор основных понятий, задач, методов и технологий.	2		1	3	
Тема 2 Назначение и особенности космических роботов, актуальность развития технологий космической робототехники.	2		1	3	
Тема 3 Обзор существующих космических роботов и опыта их применения.	2		1	3	Опрос
Тема 4 Современные тенденции развития космической деятельности.	2		1	3	
Тема 5 Перспективные проекты применения робототехнических комплексов космического назначения в	2		1	3	
Тема 6 Классификация робототехнических комплексов космического назначения.	2		1	3	Контрольная работа

Тема 7 Робототехника – межвидовая дисциплина. Основные технологии космической робототехники.	2		1	3	
Тема 8 Сущность информации как основы управления динамическими системами.	2		1	3	
Тема 9 Теоретические основы современных технологий искусственного интеллекта.	2		1	3	опрос
Тема 10 Адаптация ключевых технологий искусственного интеллекта к задачам космической робототехники.	2		1	3	
Тема 11 Современное состояние и направления дальнейшего развития информационных технологий космической робототехники.	2		1	3	
Тема 12 Проблемы на пути развития космической робототехники.	1		1	2	Контроль ная работа
Промежуточная аттестация (зачет)	1			1	
Итого	24		12	36	

6. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Контроль освоения курса предусматривает:

- текущий контроль (посещение занятий и степень активности в групповых обсуждениях проблем, требующих принятия решений, участия в решении кейс-стади, опросы, тестирование);
- промежуточный контроль – проверка усвоения теоретических знаний из лекций и литературы, рекомендованной для самостоятельного чтения.

6.2 Форма промежуточная аттестации: зачет

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине и шкалы оценивания

Примерный список вопросов для проведения текущей и промежуточной аттестации:

1. Что такое «робот». Какие технические средства относятся к роботам.
2. Основные компоненты роботов.
3. Типовые способы управления роботами.
4. Поколения роботов, характерные признаки.
5. Что такое «космический робот». Какие технические средства относятся к космическим роботам.
6. Предмет космической робототехники: чем занимается, какие дисциплины включает.
7. Основные достижения автоматических межпланетных станций и планетоходов (отечественных и зарубежных).
8. Основные орбитальные сервисные роботы, назначение, опыт применения (отечественные, зарубежные).
9. Антропоморфные роботы, назначение, опыт создания и применения в космосе (отечественные, зарубежные).
10. Роботы-ассистенты (не антропоморфные) для поддержки деятельности космонавтов, назначение, опыт применения в космосе (отечественные, зарубежные).
11. Мировые тенденции развития космической деятельности.
12. Приоритетные цели космической политики России.
13. Роботизация космической деятельности, роль и место космических роботов.
14. Ожидаемые сферы применения роботов в космической деятельности, назначения и задачи.
15. Особенности применения космических роботов. Требования, предъявляемые к космическим роботам.

16. Основные свойства космических роботов. Информационное обеспечение адаптивного космического робота.
17. Перспективные проекты роботизированной космической деятельности.
18. Критерии классификации космических роботов. Типология по назначению, условиям применения.
19. Критерии классификации космических роботов. Типология по характеру движений, мобильности.
20. Критерии классификации космических роботов. Типология по интеллектуальности, автономности, способам телеуправления.
21. Робототехника – межвидовая дисциплина. Ключевые дисциплины.
22. Технологии, используемые в космической робототехнике.
23. Основные информационно-коммуникационные технологии космической робототехники.
24. Определение понятия «информация». Роль информации в управлении динамическими системами. Кодирование информации. Измерение количества информации по Шеннону.
25. Сущность информации как всеобщего свойства материального мира.
26. Современные представления о данных и информации.
27. Что такое искусственный интеллект. Трехуровневая классификация ИИ-систем по уровню их интеллектуальных способностей.
28. Два альтернативных подхода к созданию искусственного интеллекта. Достоинства и недостатки.
29. Модель искусственного нейрона. Искусственные нейронные сети. Структура перцептрона. Основные свойства искусственных нейронных сетей.
30. Методы машинного обучения. Сущность подходов к машинному обучению «сверху-вниз» и «снизу-вверх». Достоинства и недостатки.
31. Метод обратного распространения ошибки – основа глубокого обучения искусственных нейронных сетей. Трудности, связанные с применением метода.
32. Классы методов машинного обучения (по способу задания обучающих данных).
33. Перспективы развития технологий ИИ на основе искусственных нейронных сетей. Существующие проблемы.
34. Цель и базовые задачи компьютерного зрения. Различие понятий «компьютерное зрение» и «техническое зрение». Уровни представления изображений. Принцип функционирования сверточных нейронных сетей.
35. Современные технологии обработки текста на естественном языке, сущность методов преобразования текста в числа (метод прямого кодирования слов, метод векторов слов).
36. Адаптация существующих сквозных технологий ИИ к задачам космической робототехники.
37. Прогноз основных достижений космической робототехники в краткосрочной перспективе.
38. Перспективные направления и тенденции развития мировой космической робототехники.
39. Приоритетные перспективные технологии космической робототехники.

40. Состояние и перспективные направления развития российских робототехнических комплексов космического назначения.

41. Проблемы на пути развития космической робототехники.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю)				
Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	2	3	4	5
Знания (виды оценочных средств: устные и письменные опросы, дискуссии, тесты)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств: практические индивидуальные и групповые проекты, разбор кейса)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств: практические индивидуальные и групповые проекты, разбор кейса)	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

Зачет

Оценка	Формулировка требований к степени сформированности компетенции
--------	--

незачтено	- теоретическое содержание дисциплины не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом дисциплины не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий
зачтено	теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному

7. Ресурсное обеспечение:

7.1 Перечень основной и дополнительной литературы:

- Указ Президента Российской Федерации от 27 января 2020 г. № 64 «Об основах государственной политики Российской Федерации в области космической деятельности на период до 2030 года и дальнейшую перспективу».
- Федеральная космическая программа России на 2016-2026 годы (утверждена постановлением Правительства РФ от 23 марта 2016 г. №230).
- Закон Российской Федерации от 20 августа 1993 г. № 5663-1 "О космической деятельности".
- Указ Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 г. № 490 «Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года».
- Распоряжение Правительства РФ от 19 августа 2020 г. № 2129-р «Об утверждении Концепции развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники».
- ГОСТ Р 60.0.0.4-2019/ИСО 8373:2012. Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения.
- Глоссарий (термины и определения) к проекту Концепции развития информационно-коммуникационной инфраструктуры и технологий в Российской Федерации.
- Искусственный интеллект в робототехнических системах космического назначения // Искусственный интеллект в космической технике. Состояние. Перспективы применения. Монография / Под ред. А.Н. Балухто. – М.: Радиотехника, 2021. с.237-316.
- Космическая робототехника для монтажа и сервиса. Потенциальные задачи, концепции перспективных систем. Белоножко П.П. // Воздушно-космическая сфера. 2019. № 2(99), с. 84-97.

- Белоножко П.П. Космическая робототехника. Современное состояние, перспективные задачи, тенденции развития. Аналитический обзор. / Наука и Образование. МГТУ им. Н.Э.Баумана. Электрон. журн. 2016. №2. С. 110-153.
- NASA Science. Mars Exploration Program. [Электронный ресурс]. – URL:https://mars.nasa.gov/mars-exploration/missions/?page=0&per_page=99&order=date+desc&search=&category=170
- NASA DRAFT Space Technology Roadmap - TA04: Robotics, Tele-Robotics and Autonomous Systems. Электронный ресурс: https://www.nasa.gov/pdf/501622main_TA04-ID_rev6b_NRC_wTASR.pdf.
- International Lunar Research Station. Guide for Partnership (v1.0). June 2021. Электронный ресурс: <https://www.roscosmos.ru/media/files/mnls.pdf>.
- Андрианов Ю.Д., Бобриков Э.П., Гончаренко В.Н. и др. 'Робототехника' \\Под ред. Попова Е.П., Юревича Е.И. - Москва: Машиностроение, 1984 - с.288
- Алексеев В.И. Робототехника в космосе: история и перспективы развития. [Электронный ресурс]. – URL:https://vestnik-rosnou.ru/sites/default/files/40_Сложные%20системы%20№%203.pdf.
- Эволюция планетоходов от «Лунохода» до Curiosity. [Электронный ресурс]. –URL: http://budconcept.ru/tekhnologii/tekhnologii_v_kosmose/evolyutsiya-planetohodov-ot-lunohoda.html.
- Освоение Вселенной. Планетоходы. Прошлое, настоящее, будущее. [Электронный ресурс]. – URL: <https://vk.com/@-170084994-osvoenie-vselennoi-planetohody-proshloe-nastoyaschee-budusch>.
- «Луноходы-1 и -2» в истории лунных исследований. К 50-летию первого запуска планетохода. / «Природа» №2, 2021.
- Н. Винер. Кибернетика или управление и связь в животном и машине: [Пер. с англ.] 2-е изд. - Москва: Сов. радио, 1968. - 326 с.
- У.Р. Эшби. Введение в кибернетику. М.: Иностранная литература, 1959. - 432 с.
- Демин А.И. Парадигма дуализма: Пространство – время, информация – энергия. М.: Изд. ЛКИ, 2007. – 320 с.
- Станкевич Л.А. Искусственный интеллект и искусственный разум в робототехнике: учеб. пособие / Л. А. Станкевич, Е. И. Юревич. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 167 с.
- Черняк Л. Об ИИ без мифов. Путеводитель по истории Искусственного Интеллекта. 2021. – 242с.
- Хорн Б.К.П. Зрение роботов / Б.К.П. Хорн. – Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 489 с.
- Форсайт Д. Компьютерное зрение. Современный подход / Д. Форсайт, Ж. Понс. – Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2004. – 926 с.
- Шапиро Л. Компьютерное зрение: Учеб. пособие для вузов / Л. Шапиро, Дж. Стокман. – Пер. с англ. – БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 752 стр.

- Потапов А.С. Системы компьютерного зрения. Учебное пособие. – СПб: Университет ИТМО, 2016. – 161 с.
- Чернавский Д.С. Синергетика и информация (динамическая теория информации). — Едиториал УРСС, 2004. — ISBN 5-354-00241-9.
- Г.Сапунов. Введение в архитектуры нейронных сетей / Хабр (habr.com). <https://habr.com/ru/company/oleg-bunin/blog/340184/>.
- Э.Шрёдингер. Что такое жизнь с точки зрения физика? – М.: РИМИС, 2009. – 176 с.
- Ф. Уоссермен. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика. Перевод на русский язык, Ю. А. Зуев, В. А. Точенов, 1992.
- А. Мюллер, С.Гвидо. Введение в машинное обучение с помощью Python. Руководство для специалистов по работе с данными. – Москва:2016-2017 г.
- Крон Джон, Бейлевельд Грант, АглазБассенс. Глубокое обучение в картинках. Визуальный гид по искусственному интеллекту. — СПб.: Питер, 2020. — 400 с.: ил. — (Серия «Библиотека программиста»). ISBN 978-5-4461-1574-7.

7.2 Описание материально-технического обеспечения

- 1) Помещение
Лекционная аудитория
 - 2) Оборудование
Доска/маркерная доска и мел/маркер, компьютер с доступом в Интернет, проекционное оборудование для презентаций, средства звуковоспроизведения, экран.
 - 3) Бумага и оргтехника для подготовки раздаточных материалов
 - 4) Иные материалы:
 - Курс лекций в электронном виде.
 - Набор электронных презентаций для использования в аудиторных занятиях.
 - Методические рекомендации по лабораторным работам в печатном и электронном виде.
 - Интерактивные электронные средства для поддержки лекций и лабораторных работ.
 - Отчеты по лабораторным работам.
 - Набор оценочных средств для контроля усвоения материала дисциплины.
8. Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в Общей характеристике ОПОП.
9. Разработчик (разработчики) программы: Сохин Игорь Георгиевич, уч. степень: доктор технических наук, профессор кафедры управления космическими полетами факультета космических исследований Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.