

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им.  
Н.И. Лобачевского»

Институт информационных технологий, математики и механики

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением Ученого совета ННГУ  
протокол от  
«30» ноября 2022 г. № 13

Рабочая программа дисциплины

Программирование роботов  
Robot programming

---

Уровень высшего образования

**магистратура**

---

Направление подготовки

**090404 Программная инженерия**

---

Направленность образовательной программы

**Инженерия программного обеспечения**

---

Форма обучения

**Очная**

---

Нижний Новгород  
2023

## 1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Программирование роботов» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» направления подготовки 09.04.04 «Программная инженерия» профиля подготовки «Инженерия программного обеспечения». Дисциплина преподается во 2 семестре. Трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц, 360 час., экзамен.

Целью освоения курса «Программирование роботов» является формирование у слушателей представлений о современных технологиях, используемых в робототехнике, развитие компетенций в сфере организации и функционирования робототехнических систем, знакомство с основными технологиями и инструментами создания многоуровневых систем в сфере робототехники. Формирование представления о взаимосвязях различных уровней и компонентов робототехнических систем.

The discipline "Robot programming" refers to the disciplines of choice of the part formed by the participants of the educational relations of Block 1 "Disciplines (modules)" of the training direction 09.04.04 "Software engineering" of the training profile "Software Engineering". The discipline is taught in the 2nd semester. The complexity of the discipline is 3 credits, 108 hours., credit.

The purpose of mastering the course "Robot programming" is to form students' ideas about modern technologies used in robotics, develop competencies in the field of organization and functioning of robotic systems, get acquainted with the main technologies and tools for creating multi-level systems in the field of robotics. Formation of an understanding of the relationships between different levels and components of robotic systems.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.ДВ.02.02 «Программирование роботов» относится к части ООП направления подготовки 09.04.04 «Программная инженерия», формируемой участниками образовательных отношений (дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.2).

**2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)**

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
ПК-12. Владеет методами поддержки разработки архитектуры ИС	ПК-12.1. Знает инструменты и методы проектирования архитектуры ИС	Знать инструменты и методы проектирования архитектуры ИС	<i>Собеседование Вопросы к экзамену,</i>
	ПК-12.2. Умеет проектировать архитектуры ИС	Уметь проектировать архитектуры ИС	<i>Собеседование, Проект (лабораторная работа) Вопросы к экзамену</i>
	ПК-12.3. Имеет практический опыт проверки (верификации) архитектуры ИС	Иметь практический опыт проверки (верификации) архитектуры ИС	<i>Собеседование, Проект (лабораторная работа) Вопросы к экзамену</i>

**3. Структура и содержание дисциплины «Программирование роботов»**

Объем дисциплины составляет

10 зачетных единиц, всего **360** час., из которых

67 час. составляет **контактная** работа обучающегося с преподавателем:

32 час. занятия лекционного типа,

32 час. занятия семинарского типа,

3 час. мероприятия промежуточной аттестации

293 час. составляет **самостоятельная** работа обучающегося (в т.ч. включая 36 час. подготовки к экзамену).

## Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины,  форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	в том числе					Самостоятельная работа студента часы
		контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы					
		Занятия лекционного	Занятия семинарского	Лабораторные работы	Консультации индивидуальные	Всего контактных	
1. Навигация и перемещение робота в пространстве с движущимися препятствиями.	66	6	6			12	54
2. Задача автоматического возвращения робота.	66	6	6			12	54
3. Нечеткие модели текущей ситуации и их использование в робототехнике	66	6	6			12	54
4. Диалоговое управление мобильным роботом .	66	6	6			12	54
5. Управление группой автономных роботов.	93	8	8			16	77
Текущий контроль	3					3	
Итого:	360	32	32			67	293
Промежуточная аттестация – зачет, экзамен							

Практические занятия (семинарские занятия /лабораторные работы) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает: выполнение тем практических заданий, подготовку вопросов к экзамену.

На проведение практических занятий (семинарских занятий /лабораторных работ) в форме практической подготовки отводится 32 часа.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП: создание и сопровождение архитектуры программных средств, разработка и тестирование программного обеспечения;
- компетенций – ПК-12

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях лабораторного типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционных формах (зачет/экзамен).

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа студентов подразделяется на следующие категории:

- Изучение учебной литературы (см.п.6).
- Разработка учебных проектов (тематика по выбору студентов).
- Подготовка к семинарским занятиям.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

**5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:**

**5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине**

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		Зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала.  Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.  Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки.  Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

**Шкала оценки при промежуточной аттестации**

<b>Оценка</b>		<b>Уровень подготовки</b>
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## **5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения**

### **5.2.1 Вопросы к экзамену**

Вопрос	Код компетенции (согласно РПД)
1. Существующие методы построения карты помещения / Existing methods for building a room map	ПК-12
2. Алгоритм построения модели рабочего пространства робота / Algorithm for building a model of the robot's workspace.	ПК-12
3. Суть метода трассировки подвижных препятствий / The method of tracing of moving obstacles.	ПК-12
4. Решение задачи следования вдоль спланированного маршрута / Solving the problem of following a planned route	ПК-12
5. Совместное решение задач ССМ и ОПП для мобильного робота / Joint solution of SSM and OPP tasks for a mobile robot.	ПК-12
6. Определение положения робота на основе MBO / Determining the position of the robot based on the MVO.	ПК-12
7. Алгоритмы работы визуального одометра / Algorithms of visual odometer operation.	ПК-12
8. Определение перемещений робота на основе решения СЛАУ / Determination of robot movements based on the SLA solution.	ПК-12
9. Методы построения траектории возвращения робота к оператору / Methods for constructing the trajectory of the robot's return to the operator	ПК-12

10. Принципы описания внешнего мира робота с использованием лингвистических переменных / Principles of describing the robot's external world using linguistic variables	ПК-12
11. Описание текущей ситуации роботом в виде нечеткой семантической сети / Description of the current situation by the robot in the form of a fuzzy semantic network	ПК-12
12. Структура правил для описания поведения робота в неполностью определенной среде / Structure of rules for description to describe the behavior of the robot in an incompletely defined environment	ПК-12
13. Тактики поведения робота и их создание на основе опыта человека-оператора / Tactics of robot behavior and their creation based on the experience of a human operator	ПК-12
14. Многоагентные системы и их использование для представления группы роботов. / Multi-agent systems and their use to represent the group of robots.	ПК-12
15. Задача движения роботов в группе и алгоритмы формирования групповых траекторий	ПК-12

### **5.2.2. Типовые темы проектов (лабораторных работ) для текущего контроля успеваемости по дисциплине «Программирование роботов»**

*Студентам предлагаются следующие темы проектов (лабораторных работ) для оценивания результатов обучения (ПК-12, в части «уметь», «владеть»):*

1. Разработка программного обеспечения локализации робота на карте
2. Разработка программного обеспечения следования робота вдоль спланированного маршрута
3. Разработка программного обеспечения моделирования визуального одометра

1. Development of software for localization of the robot on the map
2. Development of software for following the robot along the planned route
3. Software development modeling visual odometer

### **5.2.3. Типовые вопросы для собеседования текущего контроля успеваемости по дисциплине «Программирование роботов»**

1. Основные алгоритмы и способы локализации робота на известной карте. / Basic algorithms and methods for locating the robot on a known map
2. Анализа модели рабочего пространства с помощью метода нормальных распределений / Analysis of the workspace model using the normal distribution method.
3. Организация управления роботом на основе метода ТПП / Organization of robot control based on the method of CCI.
4. Решение задачи обхода подвижных препятствий / The solution to the problem of bypass moving obstacles
5. Теоретические основы и техническое обеспечение метода визуальной одометрии / Theoretical foundations and technical support of the visual odometry method.



## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература:

1. [Kirill Krinkin](https://www.researchgate.net/publication/304291902_Evaluation_of_the_modern_visual_SLAM_methods/) et al. Evaluation of the modern visual SLAM methods – URL: [https://www.researchgate.net/publication/304291902\\_Evaluation\\_of\\_the\\_modern\\_visual\\_SLAM\\_methods/](https://www.researchgate.net/publication/304291902_Evaluation_of_the_modern_visual_SLAM_methods/) (дата обращения: 19.12.2020). – Режим доступа: свободный
2. L. Carlone, R. Aragues, J.A. Castellanos, and B. Bona. A linear approximation for graph-based simultaneous localization and mapping, In Proc. of the Int. Conf. Robotics: Science and Systems, 2011.
3. Kudriashov, A et al. SLAM Techniques Application for Mobile Robot in Rough Terrain – Springer, 2020 – 126 pp.

### б) дополнительная литература:

1. Guolai Jiang et al. A Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) Framework for 2.5D Map Building Based on Low-Cost LiDAR and Vision Fusion. URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/9/10/2105/pdf-vor> (дата обращения: 19.12.2020). – Режим доступа: свободный
2. Søren Riisgaard and Morten Rufus Blas. SLAM for Dummies: A Tutorial Approach to Simultaneous Localization and Mapping – URL: [https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/119149/16-412j-spring-2005/contents/projects/1aslam\\_blas\\_repo.pdf](https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/119149/16-412j-spring-2005/contents/projects/1aslam_blas_repo.pdf) (дата обращения: 19.12.2020). – Режим доступа: свободный
3. [T.J.Chong](#) et al. Sensor Technologies and Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) - 2015 IEEE International Symposium on Robotics and Intelligent Sensors (IEEE IRIS2015) – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050915038375> (дата обращения: 19.12.2020). – Режим доступа: свободный
4. Rainer Kummerle et al. On Measuring the Accuracy of SLAM Algorithms – URL: <http://www2.informatik.uni-freiburg.de/~stachnis/pdf/kuemmerle09auro.pdf> - (дата обращения: 19.12.2020). – Режим доступа: свободный
5. Johan Alexandersson and Olle Nordin. Implementation of SLAM algorithms in a small-scale vehicle using model-based development – URL: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1218791/FULLTEXT01.pdf> - (дата обращения: 19.12.2020). – Режим доступа: свободный
6. Hugh Durrant-Whyte and Tim Bailey. Simultaneous Localisation and Mapping (SLAM): Part I The Essential Algorithms – URL:

[https://people.eecs.berkeley.edu/~pabbeel/cs287-fa09/readings/Durrant-Whyte\\_Bailey\\_SLAM-tutorial-I.pdf](https://people.eecs.berkeley.edu/~pabbeel/cs287-fa09/readings/Durrant-Whyte_Bailey_SLAM-tutorial-I.pdf) - - (дата обращения: 19.12.2020). – Режим доступа: свободный

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная учебной мебелью, доской.

Лаборатория высокопроизводительных компьютерных систем, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, для самостоятельной работы с выходом в Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации, укомплектованная учебной мебелью, 3D принтером, моноблоком 11 шт, плазменной панелью, проектором высокого разрешения, серверной стойкой, экраном.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО ННГУ с учетом рекомендаций  
ФГОС ВО по направлению подготовки 090404 Программная инженерия

Автор: к.т.н., доцент кафедры МОСТ, Борисов Н.А.

Рецензент: к.т.н., доцент кафедры ИАНИ, Басалин П.Д

Заведующий кафедрой: д.ф.-м.н, проф. заведующий кафедрой МОСТ Стронгин Р.Г.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных  
технологий, математики и механики  
от 01.12.2021 года, протокол № 2.