

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.02.01  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Принятие решений и интеллектуальное планирование траекторий**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
01.04.02 Прикладная математика и информатика

направленность (профиль)  
Искусственный интеллект и машинное обучение в беспилотных мобильных системах и  
комплексах

Форма обучения: очная

Год набора: 2026

Общая трудоемкость: 6 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по курсам**

Семестр	4	Итого
Форма контроля	зачет	
<b>Вид занятий</b>		
Лекции	12	12
Лабораторные		
Практические	24	24
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	36,25	36,25
Самостоятельная работа	179,75	179,75
Контроль		
<b>Итого</b>	216	216

Рабочую программу составил(и):

Доцент института цифровых технологий, доцент, канд. пед. наук, Гущина О.М.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки (специальности)

01.04.02 Прикладная математика и информатика

---

Срок действия рабочей программы дисциплины практики до «**31**» мая **2029** г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании института цифровых технологий

---

(протокол заседания № 1 от «05» сентября 2025 г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у студентов комплекса теоретических знаний и практических навыков в области разработки, моделирования и тестирования алгоритмов принятия решений и интеллектуального планирования траекторий для беспилотных мобильных систем (БМС) с применением методов искусственного интеллекта и машинного обучения.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: Программные платформы и инструменты разработки интеллектуальных систем.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-4 Способен разрабатывать, моделировать и тестировать алгоритмы принятия решений и планирования поведения беспилотных мобильных систем в программной и симуляционной среде	ПК-4.1 Знает методы принятия решений, интеллектуального планирования и основы моделирования поведения интеллектуальных систем	<b>Знать:</b> классические и эвристические методы планирования траекторий (A, RRT, RRT*, D* Lite); математические основы марковских процессов принятия решений (MDP, POMDP); основные алгоритмы обучения с подкреплением (Q-learning, DQN, PPO, SAC); архитектуры поведения БМС (конечные автоматы, поведенческие деревья, hybrid architectures); принципы моделирования в симуляционных средах (ROS, Gazebo, CARLA, AirSim). <b>Уметь:</b> классифицировать задачи принятия решений в зависимости от типа среды (детерминированная, стохастическая, частично наблюдаемая); обосновывать выбор метода планирования под конкретный сценарий (статическое/динамическое окружение, число агентов). <b>Владеть:</b> терминологией и понятийным аппаратом в области интеллектуального планирования и принятия решений для беспилотных мобильных систем.
	ПК-4.2 Умеет разрабатывать алгоритмы принятия решений и планирования, моделировать функционирование систем и проводить	<b>Знать:</b> этапы разработки алгоритмов планирования (от спецификации требований до реализации); интерфейсы и фреймворки для интеграции алгоритмов в симуляторы (ROS-ноды, Gum-совместимые среды); методы генерации тестовых сценариев (статическая карта, динамические препятствия, шумы сенсоров).

	тестирование в симуляционной среде	<p><b>Уметь:</b> реализовывать алгоритмы MDP, RRT*, DQN на языках Python/C++ с использованием библиотек (NumPy, PyTorch, TensorFlow); интегрировать разработанные алгоритмы в симуляционную среду (Gazebo, CARLA); настраивать параметры симуляции (шаг дискретизации, радиус обнаружения, бюджет вычислений); проводить сравнительное тестирование алгоритмов по метрикам безопасности, времени достижения цели и вычислительной сложности.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками отладки поведения агента в нештатных ситуациях (потеря сигнала, внезапное препятствие); методами визуализации траекторий и логирования результатов моделирования.</p>
	ПК-4.3 Владеет инструментами моделирования, симуляции и экспериментальной оценки алгоритмов принятия решений.	<p><b>Знать:</b> доступные инструменты и фреймворки для моделирования БМС (ROS Navigation Stack, Move Base Flex, CARLA Simulator, AirSim, Webots); методы сбора и анализа экспериментальных данных (метрики, графики сходимости, тепловые карты опасных зон); подходы к воспроизводимости экспериментов (фиксация seed, конфигурация среды).</p> <p><b>Уметь:</b> выбирать и развертывать симуляционную среду под конкретную задачу (городской сценарий → CARLA, складской робот → Gazebo + TurtleBot); настраивать инструменты для автоматического прогона серий экспериментов (bash-скрипты, CI/CD для симуляций); интерпретировать результаты моделирования и формулировать выводы о применимости алгоритма в реальных условиях.</p> <p><b>Владеть:</b> практическими навыками работы с ROS (rqt, rviz, rosbag для записи/воспроизведения данных); методами статистической обработки результатов тестирования (доверительные интервалы, критерии значимости); навыками документирования экспериментальных протоколов в соответствии с требованиями</p>

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Основы принятия решений в условиях неопределенности для БМС	Лек	Тема 1. Классификация задач принятия решений в беспилотных мобильных системах (БМС).	4	2		-	Вопросы к зачету 1-40
	Лек	Тема 2. Марковские процессы принятия решений (MDP) и их модификации		2		-	
	Ср	Изучение методических рекомендаций при подготовке к практическим работам		59,75		-	
	Пр	ПР 1. Реализация Value Iteration для навигации в сетке с препятствиями		2		-	Отчет по практической работе 1
	Пр	ПР 2. Q-learning для простой задачи объезда статических препятствий		2		-	Отчет по практической работе 2
	Пр	ПР 3. Решение POMDP с помощью библиотеки (fast-downward или pyPOMDP) для мобильного робота		2		-	Отчет по практической работе 3
	Пр	ПР 4. Сравнение MDP и POMDP на сценариях с шумом датчиков		2		-	Отчет по практической работе 4
Модуль 2. Интеллектуальное планирование траекторий и обучение с подкреплением	Лек	Тема 3. Классические и эвристические методы планирования траекторий.		2		-	Вопросы к зачету 41-80
	Лек	Тема 4. Обучение с подкреплением (RL) для планирования поведения		2		-	
	Ср	Изучение методических рекомендаций при подготовке к практическим работам		60		-	
	Пр	ПР 5. Реализация RRT* в Python (или на основе ROS-симулятора TurtleBot)		2		-	Отчет по практической работе 5
	Пр	ПР 6. Интеграция A* с динамическим перепланированием (D* Lite)		2		-	Отчет по практической работе 6
	Пр	ПР 7. Обучение DQN-агента для объезда движущихся препятствий в среде Gym/Carla		2		-	Отчет по практической работе 7

	Пр	ПР 8. Сравнение PPO и классического RRT на сценариях с нестационарными препятствиями		2		-	Отчет по практической работе 8
Модуль 3. Сквозное моделирование, тестирование и верификация	Лек	Тема 5. Архитектуры поведения БМС		2		-	Вопросы к зачету 81-120
	Лек	Тема 6. Метрики оценки и тестирования алгоритмов планирования		2		-	
	Ср	Изучение методических рекомендаций при подготовке к практическим работам		60		-	
	Пр	ПР 9. Развертывание алгоритма планирования (на выбор из модулей 1–2) в ROS-симуляторе (Gazebo + TurtleBot)		2		-	Отчет по практической работе 9
	Пр	ПР 10. Реализация гибридной системы: глобальный A* + локальный RL для уклонения		2		-	Отчет по практической работе 10
	Пр	ПР 11. Запуск соревновательного сценария: несколько БМС с multi-agent планированием		2		-	Отчет по практической работе 11
	Пр	ПР 12. Итоговое задание: сравнить 3 алгоритма (MDP, RRT*, DQN) по метрикам времени, безопасности и вычислительной сложности в симуляторе		2		-	Отчет по практической работе 12
	ПА	Промежуточная аттестация		0,25		-	
	Контроль	Зачет				-	
<b>Итого:</b>				<b>216</b>			

## **5. Образовательные технологии**

В рамках изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий:

- технология традиционного обучения;
- интерактивные технологии: учебные дискуссии (применяются во всех модулях по итогам выполнения работ).

Технологии традиционного обучения - организация учебного процесса в вузе, основанная на лекционных и практических формах обучения: объяснительно-иллюстративное обучение. Данная технология применяется во всех модулях курса.

Технология интерактивного обучения - организация учебного процесса, которая предполагает максимальную активность студентов в процессе формирования ключевых компетенций.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

### **6.1. Рекомендации по подготовке к практическим занятиям**

Обучающимся следует при подготовке к практическим занятиям следует обязательно использовать не только лекции, учебную литературу, но и другие источники;

Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что решение задач проводятся по рассмотренному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться обучающимся на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях обучающийся не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если обучающийся видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

### **6.3. Рекомендации по подготовке к зачету**

Подготовка к зачету способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к зачету, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На зачете студент демонстрирует то, что он приобрел в процессе обучения по учебной дисциплине.

Необходимо ориентировать студентов на систематическую подготовку к занятиям в течение семестра, что позволит использовать время для систематизации знаний.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
4	ПК-4	Отчеты по практическим работам 1-12 Вопросы к зачету 1- 120

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. \_\_\_\_\_ Отчет по практическим заданиям (наименование оценочного средства)

#### Типовой пример задания

#### Практическая работа № 1. Реализация Value Iteration для навигации в сетке с препятствиями

**Цель:** Освоить метод итераций по ценностям (Value Iteration) для решения MDP в задаче навигации мобильного робота на дискретной сетке с препятствиями.

##### Порядок выполнения:

- Создание среды (grid world)
  - Задать сетку размером 6×6.
  - Определить ячейки: старт (S), цель (G), препятствия (O), свободные клетки (.).
  - Нарисовать схему сетки с координатами (от руки или в графическом редакторе).
- Определение пространства состояний и действий
  - Состояния: все клетки сетки (кроме препятствий).
  - Действия: вверх, вниз, влево, вправо.
  - Шум действий: с вероятностью 0.8 действие выполняется верно, с вероятностью 0.1 — смещение в боковое направление.
- Задание функции награды
  - Шаг в любую клетку (кроме цели) = -1.
  - Попадание в цель = +10.
  - Попадание в препятствие = -5 (и возврат в предыдущее состояние).
- Реализация Value Iteration
  - Инициализировать ценности состояний нулями.
  - Для каждой итерации обновлять ценность по формуле:  $V(s) = \max_a \sum P(s'|s,a) * [R(s,a,s') + \gamma * V(s')]$
  - $\gamma$  (дисконт) = 0.9.
  - Останов при изменении < 0.001.
- Извлечение оптимальной политики
  - Для каждого состояния выбрать действие, максимизирующее ожидаемую ценность.
- Визуализация результатов
  - На сетке отобразить стрелками оптимальные действия.
  - Показать тепловую карту ценностей состояний.
- Заполнить таблицу результатов:

Итерация	Макс. изменение V	Время выполнения (мс)	Сходимость (да/нет)
1			

5			
10			
20			
Финальная			

8. Предоставить отчет по практической работе

- Отчет должен содержать: схему сетки, листинг кода (основные функции), заполненную таблицу итераций, визуализацию политики и ценностей, вывод о сходимости алгоритма.

**Краткое описание и регламент выполнения**

К выполнению практических работ допускаются все студенты.

Выполняются работы на ПК с использованием программного обеспечения согласно индивидуальному варианту задания, предусмотренного в методических рекомендациях.

**Критерии оценки:**

Формы текущего контроля	Критерии и нормы оценки	
Отчеты по практическим работам 1-12	Зачте но	работа выполнена в полном объеме: код запускается без ошибок и решает поставленную задачу, заполнены все обязательные таблицы, представлены схемы/визуализации, оформлен отчет с выводами, студент может объяснить ключевые этапы работы алгоритма.
	Не зачтено	код не работает или не решает задачу, отсутствуют обязательные таблицы или визуализации, отчет не содержит выводов, студент не может пояснить принципы работы алгоритма, либо работа скопирована без понимания.

**7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

**7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации**

Семестр 4

№ п/п	Вопросы к зачету
1.	Дайте определение беспилотной мобильной системы (БМС). Приведите классификацию БМС по среде функционирования.
2.	Что такое «принятие решений» в контексте управления БМС? Перечислите основные этапы процесса принятия решений.
3.	Перечислите и охарактеризуйте основные типы задач принятия решений в БМС (навигация, локомоция, высокоуровневое планирование).
4.	Дайте определение детерминированной среды. Приведите пример задачи навигации в детерминированной среде.
5.	Дайте определение стохастической среды. В чем отличие от детерминированной? Приведите пример.
6.	Дайте определение частично наблюдаемой среды. Приведите пример для БМС с шумным лидаром.
7.	Какие критерии оптимальности используются при принятии решений в БМС? Опишите каждый (время, энергия, безопасность, комфорт, целостность).

8.	В чем заключается конфликт между критериями «безопасность» и «время достижения цели»? Как он разрешается?
9.	Что такое «проклятие размерности» в задачах принятия решений? Как оно проявляется в БМС?
10.	Перечислите источники неопределенности в задачах управления БМС (сенсорный шум, неточность модели, динамика среды).
11.	Дайте строгое математическое определение марковского процесса принятия решений (MDP).
12.	Перечислите и охарактеризуйте все компоненты MDP: пространство состояний $S$ , пространство действий $A$ , вероятности переходов $P$ , функция вознаграждения $R$ , коэффициент дисконтирования $\gamma$ .
13.	Сформулируйте марковское свойство. Почему оно является ключевым предположением в MDP?
14.	Что такое политика (policy) в MDP? Чем детерминированная политика отличается от стохастической? Приведите примеры.
15.	Дайте определение функции ценности состояния $V(s)$ . Какой смысл она имеет?
16.	Дайте определение функции ценности действия $Q(s,a)$ . Как она связана с $V(s)$ ?
17.	Запишите уравнение Беллмана для функции ценности состояния $V(s)$ в терминах политики $\pi$ .
18.	Запишите уравнение Беллмана для оптимальной функции ценности $V(s)$ и $Q(s,a)$ .
19.	Сформулируйте принцип оптимальности Беллмана для MDP.
20.	Что такое оптимальная политика? Всегда ли она существует для конечного MDP?
21.	Опишите алгоритм итерации по значениям (Value Iteration). Каково условие остановки?
22.	Докажите сходимость Value Iteration для конечных MDP с $\gamma < 1$ .
23.	Опишите алгоритм итерации по политикам (Policy Iteration). Из каких двух шагов он состоит?
24.	В чем отличие Policy Iteration от Value Iteration по вычислительной сложности и скорости сходимости?
25.	Что такое «оценка политики» (Policy Evaluation)? Как она выполняется?
26.	Что такое «улучшение политики» (Policy Improvement)? Как доказывается, что новая политика не хуже старой?
27.	В каких случаях Policy Iteration сходится быстрее Value Iteration?
28.	Каковы ограничения методов точного решения MDP для реальных задач БМС?
29.	Что такое линейное программирование для решения MDP? Основная идея.
30.	Как модифицируется MDP при наличии терминальных состояний и поглощающих состояний?
31.	В чем принципиальное отличие обучения с подкреплением (RL) от методов, основанных на известной модели среды (model-based)?
32.	Опишите алгоритм Q-learning. Запишите правило обновления Q-значений.
33.	Что такое параметр скорости обучения $\alpha$ ? Как его выбор влияет на сходимость и скорость обучения?
34.	Что такое $\epsilon$ -жадная стратегия ( $\epsilon$ -greedy)? Как она реализует баланс exploration и exploitation?
35.	Докажите, что Q-learning сходится к оптимальной Q-функции при выполнении условий (Robbins-Monro).
36.	Дайте определение частично наблюдаемого марковского процесса принятия решений (POMDP). Какие дополнительные компоненты появляются по сравнению с MDP?
37.	Что такое пространство наблюдений $\Omega$ и функция наблюдений $O(s', a, o)$ ? Каков их смысл?

38.	Что такое belief state (распределение верований) $b(s)$ ? Как оно обновляется после выполнения действия и получения наблюдения?
39.	Запишите уравнение Беллмана для POMDP в пространстве верований (belief MDP). Почему оно сложнее, чем для MDP?
40.	Назовите основные приближенные методы решения POMDP (онлайн и офлайн). В чем их отличие?
41.	Сформулируйте задачу планирования траектории для БМС. Какие входные и выходные данные?
42.	В чем отличие глобального планирования (global planning) от локального (local planning)? Когда применяется каждый?
43.	Опишите алгоритм $A^*$ . Как определяется функция оценки $f(n) = g(n) + h(n)$ ?
44.	Что такое допустимая эвристика (admissible heuristic)? Приведите пример допустимой и недопустимой эвристики для сетки.
45.	Сформулируйте условие монотонности (непротиворечивости) эвристики. Почему оно важно для $A^*$ ?
46.	Докажите, что $A^*$ с допустимой эвристикой находит оптимальный путь.
47.	Опишите алгоритм $D^*$ (Dynamic $A^*$ ). Для решения каких задач он был разработан?
48.	В чем отличие $D^*$ Lite от исходного $D^*$ ? Каковы вычислительные преимущества?
49.	Опишите алгоритм RRT (Rapidly-exploring Random Tree). Каковы этапы построения дерева?
50.	Как обеспечивается равномерное исследование пространства в RRT?
51.	Опишите алгоритм RRT*. В чем ключевое отличие от RRT (операции rewiring и выбор родителя)?
52.	Что означает утверждение, что RRT* является асимптотически оптимальным?
53.	Что такое lattice planners? Как они учитывают кинематику робота?
54.	Как методы планирования на основе поиска по сетке ( $A^*$ ) и на основе случайной выборки (RRT) сравниваются по полноте и оптимальности?
55.	Каковы ограничения классических методов планирования в средах с быстро движущимися объектами?
56.	В чем проблема масштабирования табличного Q-learning на большие или непрерывные пространства состояний?
57.	Что такое Deep Q-Network (DQN)? Как нейронная сеть используется для аппроксимации Q-функции?
58.	Что такое опытный буфер (experience replay)? Какие проблемы он решает и как работает?
59.	Что такое целевая сеть (target network) в DQN? Почему она необходима для стабильного обучения?
60.	В чем проблема переоценки Q-значений (overestimation bias) в DQN? Как она решается в Double DQN?
61.	Что такое Dueling DQN? Как архитектура разделяет оценку преимущества и ценности состояния?
62.	В чем отличие между value-based методами (DQN) и policy-based методами?
63.	Сформулируйте градиент политики (policy gradient theorem). Запишите выражение для градиента.
64.	Опишите алгоритм REINFORCE (Monte Carlo Policy Gradient). В чем его недостатки?
65.	Опишите архитектуру Actor-Critic. Чем критик отличается от актора?
66.	Опишите алгоритм PPO (Proximal Policy Optimization). Что такое surrogate loss и зачем нужно clipping?
67.	Опишите алгоритм SAC (Soft Actor-Critic). В чем заключается принцип максимизации энтропии?

68.	Что такое иерархическое обучение с подкреплением (HRL)? Назовите основные архитектуры (options, feudal RL).
69.	Как формулируется задача multi-agent RL? В чем отличие от single-agent RL?
70.	Что такое централизованное обучение с децентрализованным исполнением (CTDE)? Приведите пример алгоритма (MADDPG).
71.	Сравните model-free и model-based RL. Каковы преимущества и недостатки каждого подхода?
72.	Что такое имитационное обучение (imitation learning)? В чем отличие от RL? Назовите методы (BC, DAGGER, GAIL).
73.	Как можно комбинировать классическое планирование (A, RRT) с обучением с подкреплением? Приведите архитектуры.
74.	В каких сценариях классический A* предпочтительнее DQN, и наоборот?
75.	В каких сценариях RRT* предпочтительнее PPO, и наоборот?
76.	Как теоретически оценивается вычислительная сложность A*, RRT и DQN (сравнение)?
77.	Что такое обобщающая способность (generalization) RL-агента? Как она оценивается?
78.	Что такое «холодный старт» (cold start) в RL? Как эта проблема решается с помощью imitation learning?
79.	Как выбор функции вознаграждения влияет на поведение RL-агента? Приведите примеры плохих и хороших функций вознаграждения.
80.	Что такое «проклятие горизонт-а» (curse of horizon) в RL? Как оно связано с коэффициентом дисконтирования $\gamma$ ?
81.	Охарактеризуйте deliberative архитектуру (рассуждающую, иерархическую). Из каких компонентов она состоит?
82.	Охарактеризуйте reactive архитектуру (реактивную, поведенческую). Назовите её достоинства и недостатки.
83.	Опишите hybrid архитектуру (трехуровневую: планирование, контроль, реактивное поведение).
84.	Что такое Subsumption Architecture (Брукса)? Каков принцип подавления (subsumption)?
85.	Что такое ROS (Robot Operating System)? Опишите основные концепции: узлы (nodes), топики (topics), сервисы (services), действия (actions).
86.	Как организован ROS Navigation Stack? Перечислите основные компоненты (map_server, amcl, move_base, planners).
87.	Что такое поведенческие деревья (Behavior Trees)? Как они формально задаются (узлы: sequence, fallback, condition, action)?
88.	Сравните поведенческие деревья с конечными автоматами (FSM) по выразительности, модульности и удобству отладки.
89.	Что такое конечные автоматы (Finite State Machines) в контексте управления БМС? Приведите пример состояний.
90.	Как в ROS реализуется взаимодействие между узлами через топики (публикация/подписка)? Приведите пример.
91.	Что такое RViz? Какие типы данных визуализируются (occupancy grid, path, marker, camera)?
92.	Что такое rosbag? Как он используется для записи и воспроизведения экспериментов?
93.	Перечислите основные симуляторы для БМС. Кратко охарактеризуйте каждый (Gazebo, CARLA, AirSim, Webots, PyBullet, Isaac Sim).
94.	Опишите архитектуру Gazebo. Какие модели физики и сенсоров поддерживаются?
95.	Как организована интеграция ROS с Gazebo (пакеты gazebo_ros, gazebo_ros_pkgs)?

	Что такое URDF/SDF?
96.	Опишите симулятор CARLA. Какие сценарии дорожного движения поддерживаются (погода, пешеходы, транспорт)?
97.	Что такое карта (map) в CARLA? Как генерируются сценарии?
98.	Опишите симулятор AirSim. Какие типы БМС поддерживаются (дроны, автомобили)? Как он интегрируется с Unreal Engine?
99.	Опишите симулятор Webots. Каковы его особенности и область применения?
100.	Как выбрать симулятор под конкретную задачу (городской сценарий, складская логистика, пересеченная местность)?
101.	Что такое Gym-совместимая среда? Как адаптировать симулятор под интерфейс OpenAI Gym (step, reset, observation, reward)?
102.	Как настраиваются параметры симуляции (шаг дискретизации, модель столкновений, шумы сенсоров)?
103.	Что такое цифровой двойник (digital twin) в контексте тестирования БМС? Чем отличается от обычной симуляции?
104.	Каковы основные ограничения симуляционного тестирования по сравнению с реальными экспериментами?
105.	Что такое проблема sim-to-real transfer? Назовите основные методы её смягчения (domain randomization, system identification).
106.	Перечислите основные метрики для оценки алгоритмов планирования траекторий БМС. Дайте определения каждой.
107.	Как формально определяется метрика безопасности? Что такое минимальное расстояние до препятствия?
108.	Как измеряется время достижения цели (time-to-goal)? Что такое успешность выполнения задачи (success rate)?
109.	Как измеряется вычислительная эффективность алгоритма (время на шаг планирования, память)?
110.	Как измеряется робастность к шумам сенсоров? Какие типы шумов моделируются?
111.	Что такое генерация сценариев для стресс-тестирования (fuzzing)? Как она реализуется?
112.	Что такое adversarial сценарии (сопоставительные сценарии)? Приведите пример для БМС.
113.	Как организовать автоматический прогон серии экспериментов (batch simulation) и сбор статистики?
114.	Какие статистические методы используются для сравнения двух алгоритмов (t-критерий Стьюдента, критерий Манна-Уитни)?
115.	Что такое доверительный интервал? Как его рассчитать для метрики времени достижения цели?
116.	Что такое воспроизводимость эксперимента (reproducibility) в симуляции? Как её обеспечить (фиксация seed, версии ПО, конфигурации)?
117.	Как визуализируются результаты тестирования (графики сходимости, тепловые карты, траектории)? Какие инструменты используются?
118.	Что такое тепловая карта опасных зон (collision heatmap)? Как она строится и интерпретируется?
119.	Какие разделы должен содержать отчёт по тестированию алгоритмов планирования в соответствии с требованиями ПК-4?
120.	Какие ошибки наиболее часто допускаются при тестировании алгоритмов планирования БМС в симуляторе? Как их избежать?

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
4	Зачет	Зачтено	студент выполнил не менее 8 из 12 практических работ в полном объеме (код работает, таблицы и схемы заполнены, отчеты с выводами оформлены), ориентируется в основных алгоритмах (MDP, Q-learning, RRT*, DQN), может объяснить разницу между MDP и POMDP, а также обосновать выбор алгоритма для конкретной задачи навигации БМС.
		Не зачтено	студент выполнил менее 5 практических работ, не может продемонстрировать работающий код ни по одному алгоритму, не понимает принципов обучения с подкреплением и планирования траекторий, путает MDP и POMDP, не способен объяснить результаты хотя бы одной выполненной работы.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1.	Мишкина, А. А.	Принятие решений на основе байесовской вероятности : учебно-методическое пособие / А. А. Мишкина, А. А. Томилина. — Москва : РТУ МИРЭА, 2023. — 43 с. — ISBN 978-5-7339-1793-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/368888">https://e.lanbook.com/book/368888</a> (дата обращения: 04.04.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	учебно-методическое пособие	2023	ЭБС "Лань"
2.	Цехановский, В. В.	Технология интеллектуального анализа данных в процессах и системах : учебник для вузов / В. В. Цехановский, В. Д. Чертовской. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 168 с. — ISBN 978-5-507-51304-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/509946">https://e.lanbook.com/book/509946</a> (дата обращения: 04.04.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей	учебник для вузов	2026	ЭБС "Лань"
3.	Васильев, Е. П.	Интеллектуальный анализ данных в технологиях принятия решений : учебное пособие / Е. П. Васильев, В. И. Орешков. — Рязань : Рязанский государственный радиотехнический университет, 2023. — 180 с. — ISBN 978-5-7722-0344-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/134854.html">https://www.iprbookshop.ru/134854.html</a> (дата обращения: 04.04.2026). — Режим доступа: для авторизир. пользователей	учебное пособие	2023	ЭБС "IPRbooks"
4.	Барский, А. Б.	Логические нейронные сети : учебное пособие / А. Б. Барский. — 4-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 491 с. — ISBN 978-5-4497-3303-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL:	учебное пособие	2024	ЭБС "IPRbooks"

		<a href="https://www.iprbookshop.ru/142272.html">https://www.iprbookshop.ru/142272.html</a> (дата обращения: 04.04.2026). — Режим доступа: для авторизир. пользователей			
5.	Игнатьев, А. А.	Интеллектуальные системы и технологии в машино- и приборостроении : учебное пособие / А. А. Игнатьев, А. А. Казинский, С. А. Игнатьев. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2022. — 160 с. — ISBN 978-5-7433-3500-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/124348.html">https://www.iprbookshop.ru/124348.html</a> (дата обращения: 04.04.2026). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <a href="https://doi.org/10.23682/124348">https://doi.org/10.23682/124348</a>	учебное пособие	2022	ЭБС "IPRbooks"
6.	Селиванова, З. М.	Интеллектуальные информационно-измерительные системы : учебное пособие / З. М. Селиванова. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2024. — 81 с. — ISBN 978-5-8265-2756-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/145348.html">https://www.iprbookshop.ru/145348.html</a> (дата обращения: 04.04.2026). — Режим доступа: для авторизир. пользователей	учебное пособие	2024	ЭБС "IPRbooks"
7.	Мурзинов, Ю. В.	Модели принятия решений в системах нечеткого управления : учебное пособие / Ю. В. Мурзинов, В. Л. Бурковский. — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2024. — 123 с. — ISBN 978-5-7731-1178-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/141237.html">https://www.iprbookshop.ru/141237.html</a> (дата обращения: 04.04.2026). — Режим доступа: для авторизир. пользователей	учебное пособие	2024	ЭБС "IPRbooks"

## 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
8.	Данилова, Л. Ф.	Интеллектуальный анализ данных на языке Python для обучающихся по направлениям подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, 38.03.05 Бизнес-информатика : учебное пособие для вузов / Л. Ф. Данилова, А. Н. Полетайкин. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2024. — 192 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/149511.html">https://www.iprbookshop.ru/149511.html</a> (дата обращения: 04.04.2026). — Режим доступа: для авторизир. пользователей	учебное пособие для вузов	2024	ЭБС "IPRbooks"
9.	Т. В. Азарнова, С. А. Баркалов, Ю. В. Бондаренко [и др.].	Математические методы принятия решений. Классические подходы и их развитие : монография / Т. В. Азарнова, С. А. Баркалов, Ю. В. Бондаренко [и др.]. — Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2024. — 205 с. — ISBN 978-5-7890-2242-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/150055.html">https://www.iprbookshop.ru/150055.html</a> (дата обращения: 04.04.2026). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <a href="https://doi.org/10.23682/150055">https://doi.org/10.23682/150055</a>	монография	2024	ЭБС "IPRbooks"
10.	Н. Г. Ярушкина, И. А. Андреев, А. С. Желепов, В. С. Мошкин	Принятие решений на основе анализа слабоструктурированных данных социальных сетей / Н. Г. Ярушкина, И. А. Андреев, А. С. Желепов, В. С. Мошкин. — Ульяновск : Ульяновский государственный технический университет, 2022. — 114 с. — ISBN 978-5-9795-2275-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/129289.html">https://www.iprbookshop.ru/129289.html</a> (дата обращения: 04.04.2026). — Режим доступа: для авторизир. пользователей		2022	ЭБС "IPRbooks"

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

№ пп	Наименование	Ссылка
1	Springer Nature (Полнотекстовая коллекция журналов)	<a href="https://www.springernature.com/gp/products">https://www.springernature.com/gp/products</a>
2	Springer eBooks (Полнотекстовая коллекция электронных книг издательства Springer Nature)	<a href="https://link.springer.com/">https://link.springer.com/</a>
3	«Кодекс»	<a href="https://kodeks.ru/">https://kodeks.ru/</a>
4	Техэксперт	<a href="https://cntd.ru/">https://cntd.ru/</a>

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (лицензия)
1	Python 3.8+ (с библиотеками: NumPy, Matplotlib, SciPy)	Open Source. Лицензия PSF / BSD
2	msdm (библиотека для MDP/POMDP на Python)	Open Source. Лицензия MIT
3	ROS 2 (Humble) + Gazebo + TurtleBot3	Open Source. Лицензия Apache 2.0
4	Stable-Baselines3 (библиотека RL)	Open Source. Лицензия MIT
5	Visual Studio Code (или любая IDE)	Open Source. Лицензия MIT (код)
6	OpenCV (библиотека компьютерного зрения)	Open Source. Лицензия Apache 2.0
7	Git	Open Source. Лицензия GPLv2
8	POMDPy (фреймворк для POMDP)	Open Source. Лицензия MIT

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (УЛК-408).	Компьютер (монитор 17", системный блок Intel (R) Celeron (R) 2,66 GHz / 1 Gb / 80 Gb), маршрутизатор 2801 Router, коммутатор Catalyst, экран/интерактивная доска Smart Board TV, проектор Acer P1303W., стол преподавательский, стол ученический, стол компьютерный, стул, доска аудиторная (маркерная).

2	<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (УЛК-418).</p>	<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>
3	<p>Помещение для самостоятельной работы студентов (Г-401)</p>	<p>Стол ученический, стул, компьютер с выходом в сеть интернет.</p>