

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ

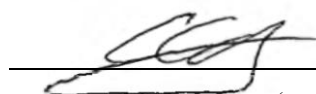
Руководитель образовательной программы

К.Т.Н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«28» мая 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ


«Основы теории управления мультиагентными РТС»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	15.04.06
Наименование направления подготовки/ специальности	Мехатроника и робототехника
Наименование направленности/ специализации	Компьютерные технологии управления в мехатронике и робототехнике
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н.  
(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата) 28.05.2026

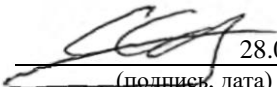
Н.В. Савельев  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«28» мая 2026 г, протокол № 12

Заведующий кафедрой № 32

к.т.н., доц.  
(уч. степень, звание)

  
(подпись, дата) 28.05.2026

С.В. Солёный  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

доц., к.т.н.  
(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата) 28.05.2026

Н.В. Решетникова  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Основы теории управления мультиагентными РТС» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/ специальности 15.04.06 «Мехатроника и робототехника» направленности/специализации «Компьютерные технологии управления в мехатронике и робототехнике». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-2 «Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла»

ПК-4 «Способность организовать и выполнять работы по проектированию и конструированию робототехнических систем»

ПК-5 «Способен разрабатывать структуру управления манипуляторов и роботов и применять специализированное программное обеспечение для решения профессиональных задач»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с организацией коллективного взаимодействия роботов при их групповом использовании в неорганизованной или плохо организованной недетерминированной среде.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета (1 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью дисциплины является формирование у студентов знаний для проектирования, в том числе и систем управления, мультиагентными системами при их функционировании в неорганизованной или плохо организованной недетерминированной среде, получение умений и навыков разработки, отладки и исследования алгоритмов группового управления робототехническими системами для успешного решения профессиональных задач, в научных исследованиях.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Универсальные компетенции	УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.В.2 владеть навыками решения профессиональных задач в условиях цифровизации общества
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способность организовать и выполнять работы по проектированию и конструированию робототехнических систем	ПК-4.3.1 знать принципы организации и состав программного обеспечения для обработки информации и управления объектами профессиональной деятельности ПК-4.У.1 уметь рассчитывать статические и динамические характеристики и моделировать системы управления мехатронных и робототехнических систем с учетом реальных условий эксплуатации
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен разрабатывать структуру управления манипуляторов и роботов и применять специализированное программное обеспечение для решения профессиональных задач	ПК-5.3.2 знать методы разработки алгоритмов и программных решений с использованием современных технологий, а также архитектуры систем управления и состав специализированного программного обеспечения для их реализации

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- « \_\_\_\_\_ »
- « \_\_\_\_\_ »
- ...

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- « \_\_\_\_\_ »,
- « \_\_\_\_\_ »,
- ...

### 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№1
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>	11	11
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	110	110
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Дифф. зач.,	Дифф. зач.,

### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП/КР (час)	СР (час)
Семестр 1					
Раздел 1. Введение в мультиагентные РТС					
Тема 1.1. Определение мультиагентных систем (МАС). Примеры применения: робототехника, IoT, транспортные сети, промышленная автоматизация.	2		2		
Тема 1.2. Особенности управления МАС: децентрализация, автономность, адаптивность.					
Тема 1.3. Классификация РТС: роевые системы, кооперативные роботы, гетерогенные агенты.					
Раздел 2. Основы теории управления для МАС					
Тема 2.1. Модели управления:	2		2		

<p>централизованное и децентрализованное управление.</p> <p>Тема 2.2 Динамические системы и уравнения состояния в МАС.</p> <p>Тема 2.3 Методы оптимизации: многокритериальная оптимизация, теория игр.</p>					
<p>Раздел 3. Архитектуры мультиагентных систем</p> <p>Тема 3.1 Централизованные архитектуры: роль диспетчера, примеры систем.</p> <p>Тема 3.2 Децентрализованные архитектуры: самоорганизация, консенсусные алгоритмы.</p> <p>Тема 3.3 Гибридные подходы: иерархические системы, делегирование задач.</p>	2		2		
<p>Раздел 4. Взаимодействие и координация агентов</p> <p>Тема 4.1 Протоколы коммуникации: KQML, FIPA-ACL. Обмен данными в реальном времени.</p> <p>Тема 4.2 Методы координации: аукционы, контрактные сети, роевой интеллект.</p> <p>Тема 4.3 Коллективное принятие решений: голосование, распределенный.</p>	2		2		
<p>Раздел 5. Алгоритмы управления в МАС</p> <p>Тема 5.1 Роевой интеллект: алгоритмы муравьиной колонии, роение частиц (PSO).</p> <p>Тема 5.2 Машинное обучение в МАС: обучение с подкреплением, федеративное обучение.</p> <p>Тема 5.3 Планирование траекторий и распределение задач: методы A*, RRT, задача о назначениях.</p>	4		3		
<p>Раздел 6. Надежность и безопасность МАС</p> <p>Тема 6.1 Анализ устойчивости: методы Ляпунова, устойчивость к отказам агентов.</p> <p>Тема 6.2 Безопасность: защита от кибератак, безопасное взаимодействие с людьми.</p> <p>Тема 6.3 Этические аспекты: ответственность, прозрачность решений.</p>	2		3		
<p>Раздел 7. Применение мультиагентных РТС</p> <p>Тема 7.1 Промышленная автоматизация: цифровые двойники, умные фабрики.</p> <p>Тема 7.2 Транспортные системы: беспилотные автомобили, дрон-такси.</p> <p>Тема 7.3 Поисково-спасательные операции: координация роботов в экстремальных условиях.</p>	3		3		

Итого в семестре:	17		17		110
	Итого	17	0	17	0
					110

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1.	<p>Раздел 1. Введение в мультиагентные РТС</p> <p>Тема 1.1. Лекция-беседа. Определение мультиагентных систем (МАС). Примеры применения: робототехника, IoT, транспортные сети, промышленная автоматизация. Понятие «агент»: автономность, реактивность, проактивность, социальная способность. Определение мультиагентной системы, отличия от распределенных систем и систем с центральным управлением. Свойства МАС: масштабируемость, отказоустойчивость, гибкость. Области применения: робототехнические комплексы, Интернет вещей (IoT), интеллектуальные транспортные системы, промышленная автоматизация (Industry 4.0). Историческая справка: от теории игр и распределенного ИИ к современным МАС.</p> <p>Тема 1.2. Лекция-беседа. Особенности управления МАС: децентрализация, автономность, адаптивность. Принцип децентрализации: отсутствие единого управляющего центра, локальность информации. Автономность агентов: способность к самостоятельному принятию решений. Адаптивность: реакция на изменения окружающей среды и поведения других агентов. Эмерджентность: возникновение коллективного поведения, не сводимого к поведению отдельных агентов. Сравнительный анализ централизованного, децентрализованного и распределенного управления.</p> <p>Тема 1.3. Лекция-беседа. Классификация РТС: роевые системы, кооперативные роботы, гетерогенные агенты. Роевые системы (swarm robotics): однородные агенты, простые правила поведения, коллективный интеллект. Кооперативные роботы: совместное выполнение задач, физическое взаимодействие (кооперативный захват, перенос). Гетерогенные агенты: различие по функциональности, кинематике, сенсорным возможностям. Классификация по топологии взаимодействия: полностью связанные, кольцевые, древовидные, произвольные графы. Классификация по характеру задач: задачи покрытия, задачи патрулирования, задачи транспортировки.</p>
2.	<p>Раздел 2. Основы теории управления для МАС</p> <p>Тема 2.1. Лекция-беседа. Модели управления: централизованное и децентрализованное управление. Математическое описание агента: входы, выходы, состояние. Централизованная модель: единый</p>

	<p>контроллер, глобальная информация, вычислительная сложность. Децентрализованная модель: локальные контроллеры, обмен соседской информацией. Распределенная модель: равноправные агенты, консенсусные алгоритмы. Передаточные функции и дискретные модели в контексте МАС.</p> <p>Тема 2.2 Лекция-беседа. Динамические системы и уравнения состояния в МАС. Понятие динамической системы, фазовое пространство, траектории. Уравнения состояния в форме Коши. Линейные и нелинейные модели агентов. Пространство состояний мультиагентной системы: объединенный вектор состояния. Анализ устойчивости: собственные значения матрицы системы, критерии устойчивости. Дискретные динамические системы: разностные уравнения.</p> <p>Тема 2.3 Лекция-беседа. Методы оптимизации: многокритериальная оптимизация, теория игр. Многокритериальная оптимизация: множество Парето, методы взвешивания, метод уступок. Основы теории игр: игроки, стратегии, выигрыши. Кооперативные и некооперативные игры. Равновесие Нэша: определение, существование, вычисление. Дилемма заключенного в контексте МАС. Теория аукционов: английские, голландские, Vickrey-аукционы. Выпуклая оптимизация и методы множителей Лагранжа.</p>
3.	<p>Раздел 3. Архитектуры мультиагентных систем</p> <p>Тема 3.1 Лекция-беседа. Централизованные архитектуры: роль диспетчера, примеры систем. Архитектура «клиент-сервер» в МАС: роль диспетчера (координатора). Функции диспетчера: сбор информации, планирование, распределение задач, мониторинг. Примеры систем: централизованное управление складскими роботами (Amazon Kiva), диспетчеризация БПЛА. Достоинства: глобальная оптимальность, простота анализа. Недостатки: единая точка отказа, ограниченная масштабируемость, вычислительная нагрузка.</p> <p>Тема 3.2 Лекция-беседа. Децентрализованные архитектуры: самоорганизация, консенсусные алгоритмы. Принципы самоорганизации: положительные и отрицательные обратные связи, стохастичность. Консенсусные алгоритмы: алгоритм среднего, gossip-протоколы, алгоритмы на основе графов. Матрица Лапласа графа взаимодействий и ее связь со сходимостью консенсуса. Распределенное оценивание состояния: фильтр Калмана для МАС. Примеры: стайное поведение дронов, рой подводных аппаратов.</p> <p>Тема 3.3 Лекция-беседа. Гибридные подходы: иерархические системы, делегирование задач. Иерархические архитектуры: уровни стратегического, тактического и исполнительного управления. Делегирование задач: механизмы передачи полномочий между уровнями. Архитектуры с лидером (leader-follower): выбор лидера, смена лидера при отказе. Комбинированные архитектуры: централизованное планирование и децентрализованное исполнение. Примеры: системы управления беспилотными автомобилями с центром управления</p>

	трафиком.
4.	<p>Раздел 4. Взаимодействие и координация агентов</p> <p>Тема 4.1 Лекция-беседа. Протоколы коммуникации: KQML, FIPA-ACL. Обмен данными в реальном времени. Стандарты агентных коммуникаций Foundation for Intelligent Physical Agents (FIPA). Язык KQML (Knowledge Query and Manipulation Language): структура, перформативы (ask, tell, request). Язык FIPA-ACL: семантика перформативов, онтологии, протоколы взаимодействия. Протоколы обмена: запрос-ответ, аукцион, контрактная сеть. Требования к обмену данными в реальном времени: задержки, надежность, QoS. Протоколы беспроводных сетей для MAC: MQTT, CoAP, ROS 2 DDS.</p> <p>Тема 4.2 Лекция-беседа. Методы координации: аукционы, контрактные сети, роевой интеллект. Рыночные механизмы: аукционы для распределения задач, механизмы ценообразования. Контрактные сети (Contract Net Protocol): инициатор, участники, заявки, присуждение контракта. Координация на основе правил: законы роевого поведения (Рейнольдса: разделение, выравнивание, сплочение). Потенциальные поля: искусственные силы для избегания столкновений и движения к цели. Координация без явной коммуникации: стигмергия (косвенное взаимодействие через среду).</p> <p>Тема 4.3 Лекция-беседа. Коллективное принятие решений: голосование, распределенный. Процедуры голосования: мажоритарное голосование, голосование Борда, метод Кондорсе. Распределенные алгоритмы принятия решений: алгоритмы на основе кворума. Византийские отказы и алгоритмы византийского согласия (PBFT). Байесовские методы агрегирования мнений агентов. Конфликт целей и методы разрешения конфликтов в MAC.</p>
5.	<p>Раздел 5. Алгоритмы управления в MAC</p> <p>Тема 5.1 Лекция-беседа. Роевой интеллект: алгоритмы муравьиной колонии, роение частиц (PSO). Алгоритм муравьиной колонии (ACO): феромоны, построение маршрутов, обновление феромона. Метод роя частиц (PSO): скорость, позиция, личностный и социальный компоненты. Алгоритм пчелиной колонии (ABC). Алгоритм стайной оптимизации (SOA). Применение роевых алгоритмов: оптимизация маршрутов, кластеризация, управление формацией. Математическая сходимости и параметрическая настройка алгоритмов.</p> <p>Тема 5.2 Лекция-беседа. Машинное обучение в MAC: обучение с подкреплением, федеративное обучение. Обучение с подкреплением (RL): агент, среда, награда, политика, функция ценности. Q-обучение, Deep Q-Network (DQN), Policy Gradient методы. Multi-Agent Reinforcement Learning (MARL): кооперативное, конкурентное, смешанное обучение. Проблемы MARL: нестационарность среды, кредитное присвоение, масштабирование. Федеративное обучение: локальное обучение на агентах, агрегация моделей на сервере (FedAvg). Имитационное обучение (imitation learning) и обучение с учителем в</p>

	<p>МАС.</p> <p>Тема 5.3 Лекция-беседа. Планирование траекторий и распределение задач: методы A*, RRT, задача о назначениях. Алгоритмы поиска пути: A*, D*, D* Lite, алгоритм Дейкстры. Алгоритмы выборочного планирования: RRT, RRT*, PRM. Многоагентное планирование пути (MAPF): CBS (Conflict-Based Search), PBS. Задача о назначениях: венгерский алгоритм, задача коммивояжера для группы. Распределение задач: аукционные механизмы, оптимизация по критерию покрытия. Динамическое перепланирование при изменении среды.</p>
6.	<p>Раздел 6. Надежность и безопасность МАС</p> <p>Тема 6.1 Лекция-беседа. Анализ устойчивости: методы Ляпунова, устойчивость к отказам агентов. Функции Ляпунова: определение, метод построения, теоремы устойчивости. Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая устойчивость, экспоненциальная устойчивость. Анализ устойчивости консенсусных алгоритмов через спектр матрицы Лапласа. Устойчивость к отказам: пассивная (избыточность) и активная (переконфигурация) отказоустойчивость. Надежность графа взаимодействий: связность, вершинная и реберная связность.</p> <p>Тема 6.2 Лекция-беседа. Безопасность: защита от кибератак, безопасное взаимодействие с людьми. Угрозы безопасности МАС: подмена агентов, атаки на каналы связи, инъекция ложных данных. Криптографические методы: аутентификация, шифрование, цифровые подписи. Обнаружение аномалий: статистические методы, методы машинного обучения. Безопасное взаимодействие с человеком (Human-Robot Interaction): предсказуемость поведения, аварийная остановка. Стандарты безопасности: ISO 10218, ISO/TS 15066 для коллаборативных роботов.</p> <p>Тема 6.3 Лекция-беседа. Этические аспекты: ответственность, прозрачность решений. Этические принципы ИИ: справедливость, прозрачность, подотчетность, конфиденциальность. Проблема ответственности: кто отвечает за действия автономной МАС. Объяснимый ИИ (XAI): методы интерпретации решений, принятых мультиагентной системой. Влияние МАС на рынок труда и общество. Нормативно-правовое регулирование: законодательство о робототехнике и автономных системах.</p>
7.	<p>Раздел 7. Применение мультиагентных РТС</p> <p>Тема 7.1 Лекция-беседа. Промышленная автоматизация: цифровые двойники, умные фабрики. Концепция Индустрии 4.0 и роль МАС в умных фабриках. Цифровые двойники: определение, архитектура, синхронизация с физическим объектом. Гибкие производственные системы: переконфигурируемые робототехнические ячейки. Логистика на складе: координация мобильных роботов (AGV, AMR). Предиктивное обслуживание: распределенный мониторинг состояния оборудования.</p> <p>Тема 7.2 Лекция-беседа. Транспортные системы: беспилотные автомобили, дрон-такси. Архитектура беспилотного автомобиля:</p>

	<p>восприятие, планирование, управление. Координация беспилотных автомобилей: кооперативное вождение, platooning. Управление воздушным движением дронов: UTM-системы (UAS Traffic Management). Дрон-такси и городская аэромобильность: задачи маршрутизации и избегания столкновений. Интеллектуальные транспортные системы (ИТС): адаптивное управление светофорами, мониторинг трафика.</p> <p>Тема 7.3 Лекция-беседа. Поисково-спасательные операции: координация роботов в экстремальных условиях. Особенности экстремальных условий: ограниченная связь, неизвестная среда, динамические препятствия. Задачи покрытия территории: алгоритмы развертывания роя для поиска. Координация разнородных групп: наземные роботы + БПЛА + подводные аппараты. SLAM в мультиагентном варианте: кооперативное построение карт. Передача информации в условиях ограниченной связности: store-and-forward, маршрутизация через самих роботов. Практические кейсы: поиск пострадавших в завалах, мониторинг зон стихийных бедствий.</p>
--	---

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 1				
1	Моделирование простейших агентов и эмерджентного поведения	2	2	1
2	Моделирование динамических систем и уравнений состояния	2	2	2
3	Многокритериальная оптимизация и теория игр в МАС	2	2	3
4	Сравнение централизованной и децентрализованной архитектур	2	2	4
5	Иерархическая архитектура	3	3	5

	делегированием задач			
6	Реализация протоколов FIPA-ACL и контрактных сетей	3	3	6
7	Координация на основе аукционов и стигмергии	3	3	7
Всего		17	17	

4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы  
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 1, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	80	80
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	20	20
Всего:	110	110

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

## 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
URL: <a href="https://znanium.ru/catalog/product/1880827">https://znanium.ru/catalog/product/1880827</a>	Мультиагентные системы: самоорганизация и развитие : монография / В. Е. Лихтенштейн, В. А. Конявский, Г. В. Росс, В. П. Лось. - Москва : Финансы и статистика, 2022. - 264 с. - ISBN 978-5-00184-066-4.	
URL:	Каляев, И. А. Модели и алгоритмы	

<a href="https://e.lanbook.com/book/59573">https://e.lanbook.com/book/59573</a>	коллективного управления в группах роботов : учебное пособие / И. А. Каляев, А. Р. Гайдук, С. Г. Капустян. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 280 с. — ISBN 978-5-9221-1141-6.	
URL: <a href="https://elibrary.ru/item.asp?id=54999821">https://elibrary.ru/item.asp?id=54999821</a>	Спицина, И. А. Метод поддержки принятия решений при разработке информационных систем на основе мультиагентного подхода / И. А. Спицина, К. А. Аксенов. – Москва : Издательский дом Академии Естествознания, 2023. – 180 с. – ISBN 978-5-91327-775-6. – DOI 10.17513/np.572. – EDN AXJICB.	
URL: <a href="https://elibrary.ru/item.asp?id=60026537">https://elibrary.ru/item.asp?id=60026537</a>	Пантелеев, А. В. Мультиагентные и биоинспирированные методы оптимизации технических систем / А. В. Пантелеев, М. М. С. Каранэ. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Доброе слово и Ко», 2024. – 336 с. – ISBN 978-5-605-01597-0. – EDN NJFRAO.	
URL: <a href="https://elibrary.ru/item.asp?id=42568341">https://elibrary.ru/item.asp?id=42568341</a>	Адаптивное управление с прогнозирующими моделями при переменной структуре пространства состояний / О. Н. Граничин, А. Л. Фрадков, Н. О. Амелина [и др.]. – Санкт-Петербург : ООО "Издательство ВВМ", 2018. – 187 с. – ISBN 978-5-9651-1196-1. – EDN XKROOV.	
URL: <a href="https://elibrary.ru/item.asp?id=35323340">https://elibrary.ru/item.asp?id=35323340</a>	Подводные робототехнические комплексы: системы, технологии, применение / А. В. Инзарцев, Л. В. Киселев, В. В. Костенко [и др.] ; Ответственный редактор Л.В. Киселев. – Владивосток : Институт проблем морских технологий Дальневосточного отделения Российской академии наук, 2018. – 368 с. – EDN IMBINM.	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="https://pro.guap.ru/">https://pro.guap.ru/</a>	Элементы электронного курса по дисциплине размещены внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения»

## 8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» ( <a href="https://pro.guap.ru/">https://pro.guap.ru/</a> ) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке <a href="https://guap.ru/it/system/iso">https://guap.ru/it/system/iso</a>
2	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» ( <a href="https://guap.ru/">https://guap.ru/</a> ), разработан сотрудниками ГУАП (введен в эксплуатацию Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23)
3	Microsoft Office 2019 (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке <a href="https://guap.ru/it/system/iso/po">https://guap.ru/it/system/iso/po</a> )

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
1	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий ( <a href="https://lib.guap.ru.">https://lib.guap.ru.</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП
2	Научная электронная библиотека «eLIBRARY» ( <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
3	ЭБС «Лань» ( <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
4	ЭБС Znanium ( <a href="https://znanium.ru/">https://znanium.ru/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП

## 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
-------	---	-------------------------------------

1	Мультимедийная лекционная аудитория: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования (Интерактивный мультисенсорный дисплей на перекатной стойке FocusTouch Диагональ 70" – 1 шт., ПЭВМ – 1 шт.); Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	21-21 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)
2	Лаборатория компьютерного моделирования: – специализированная мебель; – технические средства обучения, служащие для представления учебной информации; ПЭВМ - Дисплей интерактивный НТС- 1 шт. Лабораторное оборудование: ПЭВМ – «Место рабочее автоматизированное» – 18 шт. Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	31-04 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

#### 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> <li>– правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> <li>– правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> <li>– правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.</li> </ul>

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы для дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы для дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов дифф. зачета	Код индикатора
1	Объясните концепцию принятия решений на основе полезности.	УК-2.В.2
2	Как потенциальные поля помогают в управлении движением агентов?	ПК-4.3.1
3	Каковы плюсы и минусы использования конечных автоматов (КА) в управлении агентами?	ПК-4.3.1
4	Почему важна коммуникация между агентами в мультиагентных РТС?	УК-2.В.2
5	Как машинное обучение интегрируется в управление мультиагентными РТС?	ПК-4.3.1
6	Как теория игр влияет на принятие решений в мультиагентных системах?	ПК-4.3.1
7	Что такое эмерджентное поведение в мультиагентных системах?	ПК-4.3.1
8	Какие сложности возникают при управлении ресурсами в мультиагентных РТС?	ПК-4.3.1
9	Как реальные временные ограничения влияют на проектирование систем управления?	ПК-4.3.1

10	В чем разница между реактивными и делиберативными архитектурами агентов?	УК-2.В.2
11	Как используются карты влияния в стратегическом планировании РТС?	ПК-4.3.1
12	Как агенты справляются с частичной наблюдаемостью в РТС?	ПК-4.3.1
13	Что такое распределение задач в мультиагентных системах?	УК-2.В.2
14	Какие этические вопросы возникают при разработке автономных мультиагентных РТС?	ПК-4.3.1
15	Как вычислительная сложность влияет на алгоритмы управления мультиагентными системами?	ПК-4.3.1
16	Что такое мультиагентная система (МАС)?	ПК-4.3.1
17	Какие основные характеристики агента в мультиагентной системе?	ПК-4.3.1
18	Что такое самоорганизация в мультиагентных системах?	ПК-4.3.1
19	Какие типы взаимодействия возможны между агентами в МАС?	ПК-4.3.1
20	Что такое децентрализованное управление в РТС?	ПК-4.3.1
21	Какие преимущества дает использование МАС в РТС?	ПК-4.3.1
22	Что такое протоколы согласования в МАС?	ПК-4.3.1
23	Какие методы искусственного интеллекта применяются в управлении МАС?	ПК-4.3.1
24	Как решается проблема распределения ресурсов в МАС?	ПК-4.3.1
25	Какие алгоритмы применяются для решения задач навигации в мультиагентных РТС?	ПК-4.3.1
26	В чем заключается проблема "конфликта интересов" в мультиагентных системах?	ПК-4.3.1
27	Какие подходы используются для обеспечения отказоустойчивости в мультиагентных РТС?	ПК-4.3.1
28	Какие подходы используются для моделирования поведения агентов в мультиагентных системах?	ПК-4.3.1
29	Какие задачи решаются в рамках управления мультиагентными РТС?	ПК-4.3.1
30	Какие основные свойства характеризуют агента в мультиагентной системе?	ПК-4.3.1

Перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для выполнения курсового проекта / курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	<i><b>1 тип.</b> Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора</i> Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа	
1	Какой алгоритм часто используется для поиска пути в мультиагентных РТС?	УК-2.В.2

	<p>А) A*;  Б) Дейкстры;  В) BFS;  Г) DFS.</p>	ПК-4.У.1
2	<p>Какая архитектура позволяет агентам принимать решения независимо без центрального контроллера?</p> <p>А) Централизованная;  Б) Децентрализованная;  В) Гибридная;  Г) Иерархическая.</p>	УК-2.В.2 ПК-4.У.1
3	<p>Какой метод используется для работы с неопределенностью в принятии решений?</p> <p>А) Конечные автоматы;  Б) A*;  В) POMDP;  Г) Нейронные сети.</p>	УК-2.В.2 ПК-4.У.1
4	<p>Какая проблема характерна для мультиагентных РТС?</p> <p>А) Однопоточная производительность;  Б) Отсутствие графики;  В) Простота реализации;  Г) Масштабируемость.</p>	УК-2.В.2 ПК-4.У.1
5	<p>Для чего применяются поведенческие деревья?</p> <p>А) Поиск пути;  Б) Обработка изображений;  В) Моделирование сложных поведений;  Г) Управление ресурсами.</p>	УК-2.В.2 ПК-4.У.1
<p><b>2 тип.</b> Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</p>		
6	<p>Какие методы используются для координации агентов?</p> <p>А) Пчелиные алгоритмы;  Б) Алгоритмы консенсуса;  В) Жадные алгоритмы;  Г) Рыночные алгоритмы (аукционы).</p>	УК-2.В.2 ПК-4.У.1
7	<p>Какие задачи решаются при планировании пути в РТС?</p> <p>А) Оптимизация маршрута;  Б) Кластеризация данных;  В) Избегание столкновений;  Г) Минимизация энергопотребления.</p>	УК-2.В.2 ПК-4.У.1
8	<p>Какие алгоритмы относятся к методам коллективного интеллекта?</p> <p>А) Муравьиные алгоритмы;  Б) Генетические алгоритмы;  В) Алгоритм A*;</p>	УК-2.В.2 ПК-4.У.1



	3 Планирование задач В) Строгое разделение задач между агентами. Г) Координация действий для выполнения сложных заданий.	
15	Установите соответствие терминов  1 Многоагентная система (МАС)    А) Агент, реагирующий на события без анализа будущих состояний. 2 Реактивный агент    Б) Агент, управляемый исключительно внешними командами. 3 Интеллектуальный агент    В) Агент, принимающий решения на основе машинного обучения. Г) Система, состоящая из взаимодействующих автономных агентов.	УК-2.В.2 ПК-4.У.1
<p><b>4 тип.</b> Задание закрытого типа на установление последовательности</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо</p>		
16	Процесс распределения задач. Укажите правильный порядок этапов распределения задач между агентами:  А) Подтвердить назначение; Б) Оценить способности; В) Определить задачи; Г) Назначить задачи.	УК-2.В.2 ПК-4.У.1
17	Построение пути для группы юнитов. Какие шаги выполняются при построении пути для нескольких агентов?  А) Проверить препятствия; Б) Начать движение; В) Рассчитать пути; Г) Скоординировать движение.	УК-2.В.2 ПК-4.У.1
18	Коммуникация между агентами. Какая последовательность этапов коммуникации верна?  А) Выполнить действие; Б) Получить сообщение; В) Отправить сообщение; Г) Обработать данные.	УК-2.В.2 ПК-4.У.1
19	Разведка территории. Какая последовательность этапов разведки правильная?  А) Выявить врага; Б) Отправить разведчиков; В) Обновить данные; Г) Проанализировать данные.	УК-2.В.2 ПК-4.У.1
20	Управление построениями. Как формируется построение юнитов?  А) Корректировать позиции; Б) Переместиться; В) Сгруппировать юнитов; Г) Выбрать тип построения.	УК-2.В.2 ПК-4.У.1
<p><b>5 тип.</b> Задание открытого типа с развернутым ответом</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ или</p>		

напишите пропущенное слово/словосочетание		
21	Какие основные вызовы возникают при проектировании мультиагентных систем для РТС?	УК-2.В.2 ПК-4.У.1
22	В чем разница между централизованным и децентрализованным управлением в мультиагентных РТС?	УК-2.В.2 ПК-4.У.1
23	Как «туман войны» влияет на стратегии управления мультиагентными системами?	УК-2.В.2 ПК-4.У.1
24	Какую роль играют алгоритмы поиска пути в мультиагентных РТС?	УК-2.В.2 ПК-4.У.1
25	Что такое роевой интеллект и как он применяется в мультиагентных РТС?	УК-2.В.2 ПК-4.У.1

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

#### 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- лекционный материал представляется преподавателям устно;
- лекция состоит из трёх основных частей: вступительной, основной и заключительной;
  - вступительная часть определяет название темы, план и цель лекции;
  - в основной части лекции реализуется научное содержание темы, все главные узловые вопросы, проводится вся система доказательств с использованием наиболее целесообразных методических приёмов;
  - заключительная часть имеет целью обобщать в кратких формулировках основные идеи лекции, логически завершая её как целостное творение;
  - отдельные виды лекций могут иметь свои особенности как по содержанию, так и по структуре.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах  
*Учебным планом не предусмотрено.*

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий  
*Учебным планом не предусмотрено.*

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Список заданий представлен в п 4.4, таблица 6. Лабораторные работы следует выполнять в ходе прохождения курса, внимательно разбирая представленный методический материал преподавателем, с загрузкой выполненных работ в личный кабинет обучающегося в установленные в «Личном кабинете ГУАП» сроки для каждой работы.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен включать в себя: титульный лист, формулировку задания, теоретические положения, используемые при выполнении лабораторной работы, описание процесса выполнения лабораторной работы, полученные результаты и выводы.

### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

По каждой лабораторной работе выполняется отдельный отчет. Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом), приведенным на сайте ГУАП ([www.guap.ru](http://www.guap.ru)) в разделе «ГУАП/Нормативная документация/Документация/Для учебного процесса». Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП ([www.guap.ru](http://www.guap.ru)) в разделе «ГУАП/Нормативная документация/Документация/Для учебного процесса».

11.5. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта/курсовой работы

*Учебным планом не предусмотрено.*

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет ему развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Проведение текущего контроля успеваемости осуществляется с помощью тестов, приведенных в таблице 18. Оценивание текущего контроля успеваемости оценивается по четырех бальной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Промежуточная аттестация оценивается по результатам текущего контроля успеваемости. В случае, если студент по уважительной причине не выполнил требования текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать задолженности по пропущенным темам. Форма проведения промежуточной аттестации – письменная.

Допуск к сдаче экзамена обучающийся получает при выполнении и сдаче не менее 80% лабораторных работ, выполненных в полном объеме, пройденному и сданному тестированию текущего контроля с оценкой не ниже «удовлетворительно», удовлетворительной посещаемости занятий.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой