



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДЕНА

методическим советом ИДО
И.о. директора ИДО С.А. Ефимова
«26» декабря 2023 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
профессиональной переподготовки

Школа главных конструкторов систем эмерджентного интеллекта

Самара 2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Общая характеристика программы	4
1.1.	Цель реализации программы	4
1.2.	Нормативная правовая база	4
1.3.	Характеристика нового вида профессиональной деятельности, новой квалификации	4
1.4.	Планируемые результаты обучения	5
1.5.	Категория слушателей	9
1.6.	Форма обучения и срок освоения	9
1.7.	Период обучения и режим занятий	9
1.8.	Документ о квалификации	9
2.	Содержание программы	9
2.1.	Календарный учебный график	9
2.2.	Учебно-тематический план	10
3.	Организационно-педагогические условия реализации программы	11
3.1.	Кадровое обеспечение	14
3.2.	Материально-техническое и программное обеспечение реализации программы	15
3.3.	Учебно-методическое и информационное обеспечение программы	15
4.	Оценочные материалы и формы аттестации	15
Приложения		
Приложение № 1. Рабочая программа Модуля 1		
Приложение № 2. Рабочая программа Модуля 2		
Приложение № 3. Программа итоговой аттестации.		

1. Общая характеристика программы

1.1. Цель реализации программы

Программа профессиональной переподготовки направлена на получение участниками обучения знаний, умений и навыков по созданию и применению интеллектуальных систем принятия решений по управлению ресурсами (ИСУР), построенных на принципах «Эмерджентного (роевого) интеллекта¹», применимых для производственных, транспортно-логистических и сервисных предприятий.

В качестве основной области применения ИСУР рассматриваются задачи управления группировками мобильных ресурсов, к числу которых могут быть отнесены группировки высокоавтоматизированных транспортных средств (ВАТС), разрабатываемых в ПАО «КАМАЗ» («Рой ВАТС»).

Цель реализации программы: формирование у обучающихся профессиональных компетенций, необходимых для профессиональной деятельности в сфере использования и разработки интеллектуальных систем принятия решений по управлению ресурсами в реальном времени, построенных на основе принципов «Эмерджентного интеллекта», моделей и методов коллективного принятия решений по управлению ресурсами, онтологий и мультиагентных технологий.

В результате прохождения программы Школы главных конструкторов систем «Эмерджентного интеллекта» (Школы ЭИ) приобретается новая специальность - «Главный конструктор систем Эмерджентного интеллекта».

В рамках указанной специальности последовательно обучаемыми будут приобретаться знания и умения по двум основным специализациям Школы ЭИ:

- «Специалист по использованию систем ЭИ» (Ступень 1);
- «Специалист-разработчик систем ЭИ» (Ступень 2).

При этом Ступень 2 Школы ЭИ является более продвинутой и дает возможность разрабатывать новые или модернизировать существующие ЭИ системы, но предполагает предварительное успешное освоение обучаемым Ступени 1, которая дает общие знания по устройству и работе указанных систем и возможностям их настройки и использования для принятия решений по управлению ресурсами в реальном времени.

¹ Эмерджентный (роевой) интеллект (от англ. гл. Emerge – возникать, появляться внезапно) – сложная адаптивная социотехническая система, построенная на природоподобных принципах самоорганизации и эволюции (подобно колонии муравьев или рою пчел). Понятие «эмерджентности» в теории систем связывается с появлением у системы новых свойств, не присущих её элементам в отдельности, или несводимостью свойств системы к сумме свойств её компонентов. В отличие от понятия «коллективного интеллекта», предполагающего детерминированное распределение ролей и задач в группе участников для решения задач, «эмерджентный интеллект» возникает недетерминированно в открытых самоорганизующихся системах путем выбора состава команды участников для решения проблемы, построения начального плана ее решения, анализа полученного результата и дальнейшего его улучшения всеми участниками. При этом процесс решения любой сложной задачи осуществляется в ходе аукциоподобных, параллельных и асинхронных переговоров участников, направленных на выявление и разрешение конфликтов. Конфликты разрешаются взаимными уступками, совершаемыми ради общего интереса по нахождению наилучшего в текущей ситуации решения задачи, до момента установления неуправляемого «конкуренсного равновесия», отражающего баланс интересов (консенсус) участников. Эмерджентность трактуется как динамическое, не предопределенное заранее, появление глобального порядка, целостности, структуры, группы, плана, свойства или другого паттерна на метауровне как интегрального результата локальных взаимодействий между элементами системы, оказывающего обратное взаимное влияние на поведение породивших его локальных элементов. Проявляется в виде цепочек согласованного принятия решений участниками системы, направленных на переход из одного состояния неустойчивого равновесия (аттрактора) - в другое, характеризующееся улучшенными показателями. Ключевым преимуществом такого рода систем является высокая адаптивность, позволяющая решать сложные задачи в условиях высокой неопределенности и динамики изменений в среде.

1.2. Нормативная правовая база

Программа разработана в соответствии с федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», приказом Минобрнауки России от 01.07.2013 № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам», приказом Минтруда России от 20.07.2022 № 424н «Об утверждении профессионального стандарта «Программист».

1.3. Характеристика нового вида профессиональной деятельности, новой квалификации

Настоящий курс посвящен созданию и применению систем «Искусственного интеллекта» (ИИ) для управления ресурсами, которые еще только входят в повседневную жизнь предприятий, приходя на смену классическим ERP² системам в виде множества новых Smart-систем для принятия решений по управлению ресурсами.

Применение ИИ систем для управления предприятиями связывается с переходом к новому, еще только зарождающемуся укладу Индустрии 5.0, который, как ожидается, будет связан с цифровизацией знаний о предметных областях деятельности в базах знаний предприятий и созданием цифровых колоний и экосистем коллективов ИИ, т.е. формированием «коллективного интеллекта» автономных программных агентов (роботов), играющих роль «цифровых двойников» всего: идей, людей, процессов, вещей и т.д.

В настоящее время во всем мире уже активно развивается направление по созданию Интернета вещей, под которым понимают все более широкий диапазон «умных объектов», от «умного кофейника», отдающего излишнее тепло обратно в сеть – до «умного беспилотного летательного аппарата», оснащенного техническим зрением на борту.

С развитием автономности «умных вещей», т.е. их самостоятельности в принятии решений, в рамках формирующейся Индустрии 5.0 программные агенты вещей начнут более активно взаимодействовать и договариваться друг с другом, чтобы предлагать «красный ковер» более качественных, удобных и дешевых услуг потребителям в реальном времени (автомобиль будет без водителя сам договариваться с ближайшей парковкой или заправкой, парковка или заправка – с банком и т.д.).

И если в Индустрии 4.0 основные новые технологии были связаны с автоматизацией технологических процессов, сбора и обработки данных, визуализации результатов, реализуемых в различного рода АСУ ТП, MES, ERP и BI системах, то в Индустрии 5.0 новые технологии будут связаны с автоматизацией процессов сбора и формализации знаний и поддержки коллективного согласованного принятия решений в интересах всех участников, с учетом имеющихся у них предпочтений и ограничений. В такого рода интеллектуальных системах согласованного принятия решений, построенных как открытые самоорганизующиеся системы, решение любых сложных задач будет коллективно формироваться программными агентами (роботами), с выявлением и разрешением конфликтов между ними за счет переговоров с взаимными уступками.

Именно этот новый класс распределенных моделей и методов, технологий и средств коллективного принятия согласованных решений, объединенных общим названием «Эмерджентный интеллект (ЭИ)», и будет рассмотрен в предлагаемом курсе в применении к решению сложных задач управления ресурсами в реальном времени.

Цель создания ЭИ систем управления ресурсами - автоматическое решение задач принятия решений по распределению, планированию, оптимизации, мониторингу и контролю использования ресурсов в реальном времени, т.е. достижение такой автономности, когда сама система, а не человек, строит план по заданным критериям и

² Enterprise Resource Planning (ERP) – класс информационных систем для для распределения, планирования, оптимизации, мониторинга и контроля использования ресурсов

далее контролирует его исполнение, а также адаптивно перестраивает план по непредвиденным событиям, поступающим в реальном времени (новые заказы, задержки, недоступность ресурсов и т.д.).

Новизна и преимущества ЭИ систем связаны с переходом к формированию планов работы (расписаний) предприятия в ходе взаимодействий и переговоров программных агентов заказов и ресурсов, направленных на выявление и разрешение конфликтов, с взаимными уступками, на основе индивидуальных функций удовлетворенности и бонусов-штрафов агентов. Переговоры агентов, обеспечивающие самоорганизацию планов в ЭИ системах, ведутся параллельно и асинхронно до момента достижения неулучшаемого состояния «конкурентного равновесия» (консенсуса) на виртуальном рынке системы, когда ни один из агентов уже не может улучшить показатели системы. В результате разработанного подхода обеспечивается возможность создания ЭИ систем для решения сложных многокритериальных задач управления ресурсами, причем с гибким и адаптивным решением этой задачи, что и позволяет системе работать в реальном времени.

Внедрение такого рода ЭИ систем позволит начать заменять линейных менеджеров, диспетчеров, экономистов, операторов, водителей и других специалистов, выполняющих рутинные и относительно легко алгоритмизируемые операции.

Благодаря развитию Индустрии 5.0, существенные изменения произойдут и в социальных устоях будущего Общества 5.0, целью которого станет раскрытие талантов, полноценное использование знаний и умений, воли и энергии людей для повышения продуктивности и эффективности работы предприятий, а также роста производительности труда сотрудников. Эти изменения связываются с переходом от принципов централизации – к сетевой организации, от многоуровневых иерархий – к самоорганизующимся системам, от выдачи приказов «сверху-вниз» – к переговорам равных, от фиксированной заработной платы – к оплате по результатам и получению дивидендов знаний, развитию методов солидарной экономики и т.д.

Вместе с тем, для указанных выше специалистов, которые могут быстро потерять работу в ее текущем виде, Индустрия 5.0 откроет принципиально новые возможности для перехода от рутинного механического – к творческому, базирующемуся на знаниях труду, что будет сопровождаться и существенным ростом оплаты. Так, в 2021 году международной компанией Scania, приступающей к выпуску автономных беспилотных грузовиков, был объявлен конкурс по переобучению компетентных водителей, имеющих профессиональные знания и опыт, в операторов группировок беспилотных грузовиков. Предполагается, что такие водители смогут помочь в формировании баз знаний таких группировок и формулировке правил принятия ими решений для настройки соответствующих интеллектуальных систем управления группировками (роями) таких грузовиков, а также, в дальнейшем, смогут выступать операторами таких новых флотилий подобных автономных грузовиков.

Одновременно будет расти спрос на разработчиков такого рода интеллектуальных систем управления предприятиями, способных создавать как сами базы знаний, так и методическое и программное обеспечение указанных систем, включая модели, методы и алгоритмы принятия коллективных решений.

В ходе освоения курса обучаемые овладеют теоретическими и практическими знаниями и умениями для разработки интеллектуальных систем управления ресурсами с использованием принципов эмерджентного искусственного интеллекта.

В результате освоения курса обучаемые смогут настраивать системы ЭИ за счет использования онтологий и создания баз знаний предприятий и применять такие системы для повышения эффективности управления ресурсами предприятий, а также собирать требования, проектировать и реализовывать новые системы указанного класса.

1.4. Планируемые результаты обучения

Таблица 1. Приобретаемые основные знания и умения, практический опыт в ходе обучения

Виды профессиональной деятельности	Общепрофессиональные/ профессиональные компетенции ОПК, ПК или трудовые функции (ПСК и СК) (формируются и (или) совершенствуются)	Знания	Умения	Практический опыт
Разработка интеллектуальных систем управления ресурсами с использованием принципов эмерджентного интеллекта (ЭИ).	ПСК 1. Анализ требований бизнеса, постановка задач управления ресурсами и разработка моделей, методов и алгоритмов коллективного принятия решений в ЭИ системах управления ресурсами	<ol style="list-style-type: none"> 1. Базовые принципы функционирования систем эмерджентного интеллекта (ЭИ) для управления ресурсами на основе баз знаний и мультиагентных технологий; 2. Сбор требований, постановки задач и подходы к решению задач управления мобильными ресурсами в реальном времени; 3. Модели, методы и алгоритмы коллективного принятия решений на основе ЭИ для управления мобильными ресурсами в реальном времени. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Анализ требований бизнеса для определения постановки задачи управления ресурсами и выбора возможных путей ее решения в соответствии с особенностями производственно-технологических и бизнес процессов предприятия; 2. Формализация задачи управления ресурсами в соответствии с особенностями производственного и бизнес процесса предприятия 3. Выбор или разработка моделей, методов и алгоритмов управления 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Владеть методологией сбора требований, постановки задач и разработки рациональных вариантов моделей, методов и алгоритмов управления ресурсами предприятия. 2. Владеть подходами создания онтологий и уметь создавать онтологические модели предприятий. 3. Уметь разработать базовые классы агентов и протоколы из взаимодействия для управления ресурсами предприятий. 4. Уметь оценить экономический эффект от

		<p>4. Подход к оценке качества и эффективности ЭИ систем, их преимуществ и ограничений.</p>	<p>мобильными ресурсами в соответствии с особенностями предприятий. 4. Построение прикладной онтологии предметной области деятельности предприятия. 5. Построение онтологической модели предприятия. 6. Оценка качества и эффективности ЭИ систем, их преимущества и ограничения.</p>	<p>внедрения ЭИ систем.</p>
	<p>ПСК 2. Настройка, работа и внедрение ЭИ-систем для управления ресурсами</p>	<p>1. Подходы к построению систем ЭИ для управления ресурсами, включая модели и методы коллективного принятия решений, базы знаний и мультиагентные технологии. 2. Существующие MES и ERP-системы предприятия, необходимые для</p>	<p>1. Развертывание ЭИ системы для управления ресурсами предприятия. 2. Настройка ЭИ системы для управления ресурсами через конструктор онтологий на особенности предметной области за счет расширения базовой и создания прикладной онтологии деятельности предприятия.</p>	<p>1. Установка и развертывание ЭИ системы, включая конструктор онтологий и унифицированную мультиагентную систему для управления ресурсами предприятия. 2. Создание онтологической модели предприятия в базе знаний. 3. Загрузка онтологической</p>

		<p>интеграции с мультиагентной системой управления ресурсами и конструктором базы знаний предприятия.</p> <p>3. Функциональность унифицированной мультиагентной системы для управления ресурсами предприятия.</p> <p>4. Функциональность конструктора онтологий и базы знаний для управления ресурсами предприятия.</p> <p>5. Подход к исследованию основных характеристик ЭИ систем для работы в реальном времени.</p>	<p>3. Создание онтологической модели выбранного предприятия и ее загрузка в ЭИ систему.</p> <p>4. Работа в ЭИ системе для управления ресурсами и адаптивного перестроения расписания в случае появления непредвиденных событий.</p> <p>5. Исследование основных характеристик ЭИ системы при обработке событий в реальном времени.</p> <p>6. Оценка характеристик ЭИ систем при обработке событий в реальном времени.</p>	<p>модели предприятия в унифицированную мультиагентную систему управления ресурсами.</p> <p>4. Работа в унифицированной мультиагентной системе управления ресурсами.</p> <p>5. Получение первого опыта решения задач управления ресурсами для выбранной или разработанной модели предприятия.</p>
	<p>ПСК 3. Проектирование ЭИ-систем для управления ресурсами</p>	<p>1. Постановка задачи создания ЭИ систем для управления ресурсами в реальном времени.</p> <p>2. Подходы к реализации моделей, методов и алгоритмов управления ресурсами на основе</p>	<p>1. Разработка технического задания для создания или доработки интеллектуальных систем управления ресурсами в реальном времени.</p> <p>2. Постановка задачи разработки и определение</p>	<p>1. Владеть методологией проектирования ЭИ-систем для управления ресурсами в реальном времени.</p> <p>2. Владеть технологиями разработки ЭИ-систем для управления ресурсами в реальном времени, включая</p>

		<p>онтологий и мультиагентных технологий.</p> <p>3. Функции ЭИ систем по управлению ресурсами в реальном времени.</p> <p>4. Архитектура и основные компоненты ЭИ систем.</p> <p>5. Онтологическое проектирование объекта управления – разработка онто-модели предприятия для управления его ресурсами.</p> <p>6. Проектирование и реализация базовых классов агентов и протоколов их взаимодействий. Функции удовлетворенности и бонусов штрафов агентов. Метод компенсаций.</p> <p>7. Интеграция ЭИ систем со смежными системами предприятий.</p>	<p>требуемого функционала ЭИ-систем для управления ресурсами в реальном времени в производственно-транспортных задачах, включая распределение, планирование, оптимизацию, мониторинг и контроль использования мобильных ресурсов.</p> <p>3. Проектирование архитектуры ЭИ-систем и функций компонент для для управления ресурсами в реальном времени.</p> <p>4. Использование API для интеграции унифицированной мультиагентной системы, а также конструктора онтологий и базы знаний для управления ресурсами предприятия с внешними системами / программами.</p>	<p>базы знаний и мультиагентные технологии.</p> <p>3. Понимать архитектуру ЭИ систем и функции отдельных компонент.</p> <p>4. Уметь интегрироваться с внешними системами.</p>
--	--	--	--	---

	<p>ПСК 4. Программирование ЭИ-систем для управления мобильными ресурсами</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Базовые классы программных агентов потребностей и возможностей на виртуальном рынке сЭИ системы. 2. Протоколы взаимодействий агентов для поиска согласованных решений при управлении ресурсами. 3. Микроэкономика виртуального рынка системы. 4. Использование онтологий и онто-моделей предприятий для управления ресурсами. 5. Модели, методы и алгоритмы принятия решений агентами при формировании и адаптивном перестроении расписаний ресурсов. 6. Структура данных для хранения расписаний. 7. Реализация онтологий и 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Программирование базовых классов агентов и протоколов их взаимодействия для создания сервисов адаптивного планирования на базе унифицированной мультиагентной системы управления ресурсами в реальном времени. 2. Создание прикладных онтологий для настройки и модификации мультиагентной системы управления ресурсами в реальном времени. 3. Использование фреймворка АККА для поддержки параллельных и асинхронных процессов для работы агентов. 4. Разработка учетной части ЭИ-систем; 5. Организация процесса разработки промышленных ЭИ-систем. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Владеть методологией онтологического проектирования моделей объектов управления. 2. Владеть методологией создания мультиагентных систем - основы разработки и реализации ЭИ-систем для управления ресурсами в реальном времени. 3. Владеть программными технологиями разработки ЭИ-систем для управления ресурсами; 4. Владеть подходами, средами и фреймворками для реализации промышленных ЭИ-систем. 5. Понимать перспективы масштабирования отдельных ЭИ систем в цифровые экосистемы ЭИ систем.
--	--	---	--	---

		<p>мультиагентных технологий в языках программирования (Java, C#, Python), среды разработки, фреймворки</p> <p>8. Перспективы создания сетецентрической платформы для поддержки горизонтального и вертикального взаимодействия ЭИ систем.</p>	<p>5. Примеры применения цифровых колоний и экосистем ЭИ на базе сетецентрической платформы для автоматического согласования планов подразделений.</p>	
--	--	---	--	--

1.5. Категория слушателей

Уровень образования – высшее образование.

Требования к опыту практической работы - начальные навыки программирования и робототехники.

1.6. Формы обучения и сроки освоения

Форма обучения – очная с применением исключительно электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

- Нормативный срок освоения программы в объеме 252 академических часов;
- Лекционные занятия в объеме 46 часов;
- Практические занятия в объеме 64 часа под управлением преподавателя;
- Самостоятельная работа студентов в объеме 122 часов;
- Промежуточная аттестация в форме теста в объеме 18 часа;
- Итоговая аттестация в форме двух экзаменов в объеме 2 часов.

1.7. Период обучения и режим занятий

Продолжительность обучения 7 недель и заканчивается итоговой аттестацией в форме экзамена. В неделю запланировано не менее 2 часов лекционных занятий, не менее 5 часов практических занятий и не менее 10 часов самостоятельной работы обучающихся. Занятия групповые, проводятся 5 раз в неделю по 4-9 академических часов, с установленной переменной 10 мин.

1.8. Документ о квалификации

Диплом о профессиональной переподготовке установленного образца.

2. Содержание программы

2.1. Календарный учебный график

Календарный учебный график заполняется с помощью условных обозначений: ДОТ – это дистанционные образовательные технологии, реализуемые с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии слушателя и педагогического работника;

УЗ ДОТ – учебные занятия с применением ДОТ;

ПА ДОТ – промежуточная аттестация с применением ДОТ;

ИА ДОТ – итоговая аттестация с применением ДОТ;

П– практика на рабочем месте обучающегося (в режиме самостоятельной работы)

Календарный учебный график

Таблица 2

Период обучения – 35 дней, 7 недель, 1,5 месяца			
1 неделя	2 неделя	3 неделя	4 неделя
УЗ ДОТ (18 ч) П (10 ч) ПА ДОТ (3 ч)	УЗ ДОТ (18 ч) П (18 ч) ПА ДОТ (2 ч)	УЗ ДОТ (18 ч) П (14 ч) ПА ДОТ (4 ч)	УЗ ДОТ (18 ч) П (20 ч) ПА ДОТ (2 ч)
5 неделя	6 неделя	7 неделя	
УЗ ДОТ (18 ч) П (20 ч) ПА ДОТ (2 ч)	УЗ ДОТ (16 ч) П (20 ч) ПА ДОТ (2 ч)	УЗ ДОТ (4 ч) П (20 ч) ПА ДОТ (3 ч) ИА ДОТ (2ч)	

2.2. Учебный план

Таблица 3.

№ п/п	Наименование модулей	Всего, час.	В том числе:			
			Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Форма контроля/час
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
1.	Модуль 1. «Теоретические и практические основы создания систем эмерджентного интеллекта для управления ресурсами на основе онтологий и мультиагентных технологий (Ступень 1)»	103	22	30	42	Тест (9 часов)
1.1	Основные тренды Индустрии 5.0 / Общества 5.0. Задачи управления ресурсами предприятий и анализ существующих подходов.	7	2	2	2	Тест (1 час)
1.2	Понятие системы ЭИ. Модели, методы и средства ЭИ	7	2	2	2	Тест (1 час)
1.3	Введение в онтологии Понятие онтологии.	13	4	4	4	Тест (1 час)
1.4	Введение в мультиагентные технологии.	13	4	4	4	Тест (1 час)
1.5	Разработка прикладных онтологий и онтологических моделей	27	4	8	14	Тест (1 час)

	предприятий в конструкторе онтологий.					
1.6	Настройка унифицированной мультиагентной системы для управления ресурсами и проведение экспериментов по обработке событий в реальном времени.	27	4	8	14	Тест (1 час)
1.7	Оценка эффективности систем ЭИ для управления ресурсами.	7	2	2	2	Тест (1 час)
1.8	Промежуточное тестирование по модулю 1	2	-	-	-	Тест (2 часа)
2.	Модуль 2. «Разработка интеллектуальных систем управления ресурсами в реальном времени (Ступень 2)»	147	24	34	80	Тест (9 часов)
2.1	Сбор требований и проектирование ЭИ систем для решения задач управления ресурсами.	13	4	4	4	Тест (1 час)
2.2	Программирование агентов в Java.	52	8	10	32	Тест (2 часа)
2.3	Основы программирования агентов в C#.	33	4	8	20	Тест (1 час)
2.4	Основы программирования агентов в Python.	33	4	8	20	Тест (1 час)
2.5	Многоуровневые сетевые ЭИ системы.	7	2	2	2	Тест (1 час)

2.6	Организация процесса разработки промышленных ЭИ систем.	7	2	2	2	Тест (1 час)
2.7	Промежуточное тестирование по модулю 2	2	-	-	-	Тест (2 часа)
3.	Экзамен	2				
Итого		252 часа				

3. Организационно-педагогические условия реализации программы

3.1. Кадровое обеспечение

Реализация программы обеспечивается профессорско-преподавательским составом СамГТУ, а также высококвалифицированными специалистами из числа руководителей и ведущих специалистов учреждений РАН, производственных и технологических предприятий и иных организаций (далее – ведущие специалисты), имеющими: высшее образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины и имеющими опыт деятельности в организациях соответствующей профессиональной сферы.

Сведения о профессорско-преподавательском составе и ведущих специалистах

Таблица 5

Ф.И.О. преподавателя / ведущего специалиста	Специальность, присвоенная квалификация по диплому	Дополнительная /ые квалификаци/я/и	Место работы, должность, основное /дополнительное место работы	Ученая степень, ученое (почетное) звание	Стаж работы в области профессиональной деятельности/по дополнительной квалификации	Стаж научно-педагогической работы		Наименование преподаваемой дисциплины/темы (модуля), практики/стажировки (при наличии) по данной программе
						Всего	В том числе по преподаваемой дисциплине (модулю)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Скобелев Петр Олегович	Автоматизированные системы управления		г.н.с. СамФИЦ РАН, проф. каф. «ЭСИБ» СамГТУ, внешний совместитель	д.т.н., с.н.с. (Доцент)	40	15	5	Модуль 1
Галузин Владимир Андреевич	Информатика и вычислительная техника		Ведущий разработчик ГК «Генезис знаний», м.н.с. каф. «ЭСИБ» СамГТУ, внешний совместитель	Защитил диссертацию кандидата технических наук по ЭИ для спутников 05.13.01 в СамГТУ	5	5	5	Модуль 2
Галицкая Анастасия Вячеславовна	Информатика и вычислительная техника		Ведущий разработчик ГК «Генезис знаний», инженер каф. «ЭСИБ» СамГТУ, внешний совместитель		5	5	5	Модуль 2
Ларюхин Владимир Борисович	Информационные системы		Директор по разработкам ГК «Генезис		10	10	10	Модуль 2

			знаний», м.н.с каф. «ЭСИБ» СамГТУ, внешний совместитель					
Новичков Дмитрий Евгеньевич	Информационн ые системы		Ведущий разработчик ГК «Генезис знаний», внешний совместитель		5	5	5	Модуль 2
Мятов Геннадий Николаевич	Информационн ые системы		Зав. лаб. ИСУР в СамФИЦ РАН, проф. каф. «ЭПА» СамГТУ, внешний совместитель	д.т.н. с.н.с. (Доцент)	5	5	5	Модуль 1
Симонова Елена Витальевна	Автоматизиров анные системы управления		Доцент каф. «АСУ» Самарского университета, внешний совместитель	к.т.н., Доцент	38	15	5	Модуль 1
Елисеев Валерий Геннадиевич	Автоматизиров анные системы управления		Ведущий аналитик СамФИЦ РАН, внешний совместитель		5	5	5	Модуль 1
Журавель Юлия Николаевна	Автоматизиров анные системы управления		Ст. инженер каф. «ЭСИБ» СамГТУ, внешний совместитель		5	5	5	Модуль 1
Колесников Павел Геннадиевич	Информационн ые системы		Ведущий разработчик ГК «Генезис		5	5	5	Модуль 2

			знаний», внешний совместитель					
--	--	--	-------------------------------------	--	--	--	--	--

3.2. Материально-техническое и программное обеспечение реализации программы

Реализация программы предполагает наличие учебного кабинета, позволяющего проводить групповые занятия с аудиторией до 25 человек, с мультимедийным оборудованием (для каждого слушателя - компьютер/ноутбук с выходом в Интернет, проектором и большим проекционным экраном, а также 9 плазменными панелями для отражения основных экранов СГК) с искусственным и естественным освещением.

В аудитории должна быть установлена учебная мебель (столы и стулья) с возможностью индивидуального перемещения по аудитории и реконфигурацией для проведения лекций и практических занятий, а также мозговых штурмов и проектной работы. Окна должны быть оборудованы жалюзи.

Рабочее место преподавателя должно быть оборудовано компьютером/ноутбуком, звуковоспроизводящей аудиосистемой.

На компьютерном оборудовании заблаговременно до начала реализации курса должны быть установлены стандартные пакеты программ для видео- и аудиодемонстраций и просмотра презентаций в формате MS PowerPoint и PDF, пакет Microsoft Office, браузер Chrome версии 80+, виртуальная машина Java (JVM) версии 8+ (а также дополнительно - для C# и Python).

Кроме того, должно быть установлено необходимое для реализации курса специализированное программное обеспечение учебно-исследовательского комплекса (УИК), включающего:

- Конструктор онтологий и Баз знаний предприятий;
- Унифицированная мультиагентная система управления мобильными ресурсами в реальном времени.

УИК должен обеспечивать возможность проведения лабораторных работ обучаемыми, включая следующие возможности:

- создание, редактирование онтологий и онтологических моделей, а также экспорт и импорт онтологий и онтологических моделей;
- наполнение онтологических моделей предприятий данными;
- создание и редактирование данных по заказам на доставку грузов и парку ресурсов;
- планирование заказов в унифицированной мультиагентной системе;
- визуализацию результатов планирования с помощью различных видов представлений: табличных, графических, на карте, на аналитических панелях;
- адаптивное планирование заказов по событиям, в частности для проведения экспериментов по добавлению заказов и недоступности ресурсов.

Указанные функции УИК могут дополняться или модифицироваться для индивидуального учета особенностей выбираемых и решаемых задач обучаемых.

3.3. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

Учебно-методические пособия:

1. Учебно-методическое пособие по созданию ЭИ-систем для управления ресурсами;
2. Практикум по выполнению лабораторных работ на базе учебно-исследовательского комплекса (УИК);
3. Руководство пользователя по работе с УИК.

4. Оценочные материалы и формы аттестации

Теоретические знания проверяются посредством тестов, домашних заданий, небольших презентаций, ситуационных задач, индивидуальных и групповых бесед на практических занятиях, итогового экзамена.

Материал считается усвоенным, если обучающийся знает теорию и верно выполняет практическую работу. Не усвоенным считается материал, если обучающийся не может выполнить практическую работу или не может ответить на вопросы по пройденному материалу. В случае, если практическая работа выполнена с педагогической поддержкой или обучающийся не может полностью изложить теорию, материал считается усвоенным не до конца.

По Модулю 1 «Теоретические и практические основы создания систем эмерджентного интеллекта для управления ресурсами на основе онтологий и мультиагентных технологий» для проверки усвоения материала предусмотрено выполнение тестов. Результаты промежуточного тестирования оцениваются по 100-балльной шкале (проценты правильных ответов). Пороговое значение положительного прохождения теста – 60%.

По Модулю 2 «Разработка интеллектуальных систем управления мобильными ресурсами в реальном времени» также предусмотрено прохождение промежуточных тестов. Результаты тестирования оцениваются по 100-балльной шкале (проценты правильных ответов). Пороговое значение положительного прохождения теста – 60%.

По завершении обучения проводится итоговая аттестация в форме экзамена с использованием экзаменационных билетов. К итоговой аттестации допускаются слушатели, успешно выполнившие все элементы учебного плана. Каждый экзаменационный билет состоит из одного теоретического вопроса и практической задачи по одному из модулей программы обучения. Уровень подготовки обучающихся оценивается в баллах «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «Отлично» ставится, если слушатель полностью изложил ответ на теоретический вопрос и без ошибок выполнил все задания практической задачи.

Оценка «Хорошо» ставится, если слушатель при ответе на теоретический вопрос и/или при выполнении практической задачи допустил незначительные ошибки, а также в случае правильного и полного ответа на теоретический вопрос и правильного выполнения более 60% заданий практической задачи.

Оценка «Удовлетворительно» ставится, если слушатель при ответе на теоретический вопрос и/или при выполнении практической задачи допустил значительные ошибки. Для получения данной оценки должны быть правильно выполнены более 40% заданий практической задачи.

Оценка «Неудовлетворительно» ставится, если слушатель вообще не ответил на теоретический вопрос и не выполнил практическую задачу.

Для проведения итоговой аттестации создается аттестационная комиссия. В состав аттестационной комиссии должны входить: председатель, секретарь, члены комиссии.

Результаты работы аттестационной комиссии оформляются протоколом заседания итоговой аттестационной комиссии.

По результатам экзамена выдается диплом о профессиональной переподготовке установленного образца.

Лицам, получившим по результатам экзамена неудовлетворительную оценку, выдается справка о прохождении обучения.



ПРИЛОЖЕНИЕ 1

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

«Теоретические и практические основы создания систем эмерджентного интеллекта для управления ресурсами на основе онтологий и мультиагентных технологий»

ПО ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ
(профессиональной переподготовки)

«Школа главных конструкторов систем эмерджентного интеллекта»
наименование программы

Авторы-составители: Скобелев П.О., д.т.н.,
Симонова Е.В., к.т.н., Мятлов Г.Н., д.т.н., Галузин В.А., Галицкая А.Н., Ларюхин В.Б.,
Елисеев В.Г., Журавель Ю.Н., Колесников П.Г.

Разработчики программы ДПО:

Скобелев Петр Олегович, д.т.н.,
профессор кафедры ЭСИБ СамГТУ,
научный руководитель Центра
интеллектуальных космических систем
(ЦИКС) СамГТУ

Скобелев П.О.

Симонова Елена Витальевна, к.т.н.,
доцент кафедры информационных
систем и технологий Самарского
университета

Симонова Е.В.

Мятов Геннадий Николаевич, д.т.н.,
профессор кафедры ЭПА СамГТУ

Мятов Г.Н.

Галузин Владимир Андреевич, м.н.с.
кафедры ЭСИБ СамГТУ

Галузин В.А.

Галицкая Анастасия Вячеславовна,
инженер кафедры ЭСИБ СамГТУ

Галицкая А.В.

Ларюхин Владимир Борисович, м.н.с.
кафедры ЭСИБ СамГТУ

Ларюхин В.Б.

Новичков Дмитрий Евгеньевич
ведущий программист ООО НПК
«Сетецентрические платформы»
Елисеев Валерий Геннадьевич
главный системный аналитик НАО «ГК
«Генезис знаний»

Новичков Д.Е.

Елисеев В.Г.

Журавель Юлия Николаевна
инженер кафедры ЭСИБ СамГТУ

Журавель Ю.Н.

Колесников Павел Геннадиевич
Ведущий программист НАО «ГК
«Генезис знаний»

Колесников П.Г.

1. Цель и задачи

Целью модуля «Теоретические и практические основы создания систем эмерджентного интеллекта для управления ресурсами на основе онтологий и мультиагентных технологий» является получение знаний, умений и навыков по устройству и работе систем эмерджентного интеллекта для решения задач управления ресурсами, перспективных для профессиональной области деятельности обучающихся.

Основной задачей изучения теории является получение базовых знаний и умений по основным трендам развития ИИ, принципам создания систем эмерджентного интеллекта, построению формализованных моделей знаний предметных областей в виде онтологий и баз знаний, истоков создания и основ разработки мультиагентных технологий, современным моделям, методам и алгоритмам принятия решений, подходам к внедрению указанных систем и оценке эффективности их применения.

Основной практической задачей освоения модуля является получение базовых знаний и практических умений по работе с конструктором онтологий и унифицированной мультиагентной симстемой управления ресурсами.

2. Планируемые результаты обучения

Виды проф. деятельности	Общепрофессиональные/профессиональные компетенции ОПК, ПК или трудовые функции (ПСК и СК) (формируются и (или) совершенствуются)	Знания	Умения	Практический опыт
Разработка интеллектуальных систем управления мобильными ресурсами с использованием эмерджентного интеллекта.	ПСК 1. Анализ требований бизнеса, постановка задач управления ресурсами и разработка моделей, методов и алгоритмов коллективного принятия решений в ЭИ системах управления ресурсами	<p>1. Базовые принципы функционирования систем эмерджентного интеллекта (ЭИ) для управления ресурсами на основе баз знаний и мультиагентных технологий;</p> <p>2. Сбор требований, постановки задач и подходы к решению задач управления мобильными ресурсами в реальном времени;</p> <p>3. Модели, методы и алгоритмы коллективного принятия решений на основе ЭИ для управления</p>	<p>1. Анализ требований бизнеса для определения постановки задачи управления ресурсами и выбора возможных путей ее решения в соответствии с особенностями производственно-технологических и бизнес процессов предприятия;</p> <p>2. Формализация задачи управления ресурсами в соответствии с особенностями производственного и бизнес процесса предприятия</p> <p>3. Выбор или разработка</p>	<p>1. Владеть методологией сбора требований, постановки задач и разработки рациональных вариантов моделей, методов и алгоритмов управления ресурсами предприятия.</p> <p>2. Владеть подходами создания онтологий и уметь создавать онтологические модели предприятий.</p> <p>3. Уметь разработать базовые классы агентов и протоколы из взаимодействия для управления ресурсами предприятий.</p>

		<p>мобильными ресурсами в реальном времени.</p> <p>4. Подход к оценке качества и эффективности ЭИ систем, их преимуществ и ограничений.</p>	<p>моделей, методов и алгоритмов управления мобильными ресурсами в соответствии с особенностями предприятий.</p> <p>4. Построение прикладной онтологии предметной области деятельности предприятия.</p> <p>5. Построение онтологической модели предприятия.</p> <p>6. Оценка качества и эффективности ЭИ систем, их преимущества и ограничения.</p>	<p>4. Уметь оценить экономический эффект от внедрения ЭИ систем.</p>
	<p>ПСК 2. Настройка, работа и внедрение ЭИ-систем для управления ресурсами</p>	<p>1. Подходы к построению систем ЭИ для управления ресурсами, включая модели и методы коллективного принятия решений, базы знаний и мультиагентные технологии.</p> <p>2. Существующие MES и ERP-системы предприятия, необходимые для</p>	<p>1. Развертывание ЭИ системы для управления ресурсами предприятия.</p> <p>2. Настройка ЭИ системы для управления ресурсами через конструктор онтологий на особенности предметной области за счет расширения базовой и создания прикладной онтологии деятельности предприятия.</p>	<p>1. Установка и развертывание ЭИ системы, включая конструктор онтологий и унифицированную мультиагентную систему для управления ресурсами предприятия.</p> <p>2. Создание онтологической модели предприятия в базе знаний.</p> <p>3. Загрузка онтологической</p>

		<p>интеграции с мультиагентной системой управления ресурсами и конструктором базы знаний предприятия.</p> <p>3. Функциональность унифицированной мультиагентной системы для управления ресурсами предприятия.</p> <p>4. Функциональность конструктора онтологий и базы знаний для управления ресурсами предприятия.</p> <p>5. Подход к исследованию основных характеристик ЭИ систем для работы в реальном времени.</p>	<p>3. Создание онтологической модели выбранного предприятия и ее загрузка в ЭИ систему.</p> <p>4. Работа в ЭИ системе для управления ресурсами и адаптивного перестроения расписания в случае появления непредвиденных событий.</p> <p>5. Исследование основных характеристик ЭИ системы при обработке событий в реальном времени.</p> <p>6. Оценка характеристик ЭИ систем при обработке событий в реальном времени.</p>	<p>модели предприятия в унифицированную мультиагентную систему управления ресурсами.</p> <p>4. Работа в унифицированной мультиагентной системе управления ресурсами.</p> <p>5. Получение первого опыта решения задач управления ресурсами для выбранной или разработанной модели предприятия.</p>
--	--	---	---	---

3. Объем модуля

Таблица 2

Вид учебной работы		Количество часов (час.) и (или) зачетных единиц (з.е.)
Контактная работа слушателя с преподавателем, в том числе:		52
лекционного типа (Л) / Интерактивные занятия (ИЗ)		22
Практические (семинарские) занятия (ПЗ) / Интерактивные занятия (ИЗ)		30
Самостоятельная работа слушателя (СР)		42
Промежуточная аттестация	форма	тест
	час.	9
Общая трудоемкость по учебному плану (час./з.е)		103

4. Структура и содержание модуля

4.1. Структура модуля

Таблица 3

№ п/п	Наименование модулей	Всего, час.	В том числе:			
			Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Форма контроля/час
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
1.	Модуль 1. «Теоретические и практические основы создания систем эмерджентного интеллекта для управления ресурсами на основе онтологий и мультиагентных технологий (Ступень 1)»	103	22	30	42	Тест (9 часов)
1.1	Основные тренды Индустрии 5.0 / Общества 5.0. Задачи управления ресурсами предприятий и анализ существующих	7	2	2	2	Тест (1 час)

	подходов.					
1.2	Понятие системы ЭИ. Модели, методы и средства ЭИ.	7	2	2	2	Тест (1 час)
1.3	Введение в онтологии.	13	4	4	4	Тест (1 час)
1.4	Введение в мультиагентные технологии.	13	4	4	4	Тест (1 час)
1.5	Разработка прикладных онтологий и онтологических моделей предприятий в конструкторе онтологий.	27	4	8	14	Тест (1 час)
1.6	Настройка унифицированной мультиагентной системы для управления ресурсами и проведение экспериментов по обработке событий в реальном времени.	27	4	8	14	Тест (1 час)
1.7	Оценка эффективности систем ЭИ для управления ресурсами.	7	2	2	2	Тест (1 час)
1.8	Итоговое тестирование по модулю 1	2	-	-	-	Тест (2 часа)

4.2.Содержание модуля

Таблица 4

Номер раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	
	Темы лекций	Темы практических (семинарских) занятия
1.	Модуль 1. «Теоретические и практические основы создания систем эмерджентного интеллекта для управления мобильными ресурсами на основе	

	онтологий и мультиагентных технологий»	
1.1.	Основные тренды Индустрии 5.0 / Общества 5.0. Задачи управления ресурсами предприятий и анализ существующих подходов.	Виды ИИ-систем. Задачи управления ресурсами предприятий и анализ существующих подходов. Выбор модельного предприятия для управления ресурсами.
1.2.	Понятие системы ЭИ. Модели, методы и средства ЭИ.	Разработка моделей, методов и алгоритмов ЭИ для коллективного принятия решений при решении задач управления транспортными ресурсами предприятий
1.3.	Введение в онтологии.	Понятие онтологии. Создание прикладных онтологий. онтологических моделей и сцен
1.4.	Введение в мультиагентные технологии.	Понятие агента. Конструкция и принцип действия агента. Протоколы переговоров. Моделирование процесса переговоров агентов для предприятия, выбранного обучаемым.
1.5.	Разработка прикладных онтологий и онтологических моделей предприятий в конструкторе онтологий.	Создание прикладных онтологий в онто-моделях предприятия и конструкторе онтологий
1.6.	Настройка унифицированной мультиагентной системы для управления ресурсами и проведение экспериментов по обработке событий в реальном времени.	Настройка мультиагентной системы, решающую задачу управления мобильными ресурсами в реальном времени на примере выбранного предприятия.
1.7.	Оценка эффективности систем ЭИ для управления ресурсами.	Анализ результатов планирования мобильных ресурсов предприятия с применением моделей, методов и алгоритмов ЭИ для коллективного принятия решений при решении задач управления ресурсами. Где основные эффекты от внедрения и как их можно подсчитать.

Тема. Основные тренды Индустрии 5.0 / Общества 5.0. Задачи управления ресурсами предприятий и анализ существующих подходов.

Тема «Модели, методы и средства ЭИ» дает представление о новой Индустрии 5.0 / Обществе 5.0 и умных вещах, к числу которых относятся автономные беспилотные грузовики, цифровых сетевых платформ и цифровых экосистемах, онтологиях и мультиагентных технологиях, моделях и методах коллективного принятия решений, новых классах интеллектуальных систем управления ресурсами, а также цифровой трансформации управления предприятиями. На практике студенты смогут приобрести общее видение систем ИИ будущего, поймут основные тренды и увидят возможности для повышения качества и эффективности любого бизнеса. Выбор модельного предприятия для управления ресурсами, чтобы на его примере освоить новые знания и умения.

Тема. Понятие системы ЭИ. Модели, методы и средства ЭИ.

Тема предполагает знакомство с базовыми ЭИ принципами построения интеллектуальных систем управления ресурсами. Будут рассмотрены основные технологии ЭИ и особенностями работы по управлению ресурсами в реальном времени по циклу Деминга. Будут показаны функции и архитектура указанных систем, их основные компоненты, даны примеры разработок, подходы к оценке качества и эффективности решений, методике оценки экономического эффекта от внедрений. На практике студенты научатся собирать требования для проектирования системы рассматриваемого класса и формулировать постановки задач для управления ресурсами в реальном времени.

Тема. Введение в онтологии

Тема «Введение в онтологии» фокусируется на переходе от работы с данными – к работе со знаниями, анализу существующих конструкторов онтологий и баз знаний, методикам формализации знаний, стандартам представления знаний, системам вывода и поддержки рассуждений, а также их применению при создании интеллектуальных систем управления ресурсами. Прикладные онтологии управления ресурсами. Онтологическая модель предприятия. Построение онтологической модели предприятия, выбранного обучаемым.

Тема. Введение в мультиагентные технологии.

Обзор мультиагентных систем и их применений. Понятие сети потребностей и возможностей (ПВ-сети). Виртуальный рынок агентов. Микроэкономика 1-го и 2-го рода. Классы агентов. Функции удовлетворенности и бонусов-штрафов. Метод компенсаций. Базовые протоколы переговоров агентов. Моделирование процесса переговоров агентов для предприятия, выбранного обучаемым.

Тема. Разработка прикладных онтологий и онтологических моделей предприятий в конструкторе онтологий.

Создание базовой и прикладных онтологий, моделей и сцен в конструкторе онтологий. На практике студенты создадут онтологии на примере выбранного предприятия.

Предусмотрены практические задания по созданию прикладной онтологии и онтологической модели выбранного отдела предприятия, например, курьерских или грузовых перевозок (доставка крупногабаритных и сыпучих грузов), автосервиса по диагностике и ремонту автомобилей и др.

Каждый обучаемый выберет или сконструирует свой пример виртуального отдела предприятия и построит его онтологическую модель на основе предлагаемой прикладной онтологии. Онтологическая модель предприятия будет загружена в универсальную, онтологически-настраиваемую мультиагентную систему управления ресурсами для адаптивного перепланирования ресурсов на создаваемыми самими обучаемыми потоками событий из новых заказов, поломках ресурсов и т.д.

В результате должны быть построены индивидуальные отчеты по проведенным экспериментам, поясняющие преимущества и ограничения используемых моделей, методов и алгоритмов, реализованных в унифицированной мультиагентной системе, настроенной на выбранную обучаемым модель предприятия.

Тема. Настройка унифицированной мультиагентной системы для управления ресурсами и проведение экспериментов по обработке событий в реальном времени.

Будут показаны возможности настройки унифицированной мультиагентной системы для управления ресурсами на специфику предприятия за счет прикладной онтологии и онто-модели предприятия. На практике студенты настроят и запустят свою первую мультиагентную систему, решающую задачу управления мобильными ресурсами в реальном времени на примере выбранного предприятия.

Тема. Оценка эффективности систем ЭИ для управления ресурсами.

Параметры и показатели эффективности системы. На практике студенты научатся анализировать показатели эффективности спроектированной системы.

Примеры практических заданий по модулю:

Задание 1. Добавить в онтологическую модель предприятия новых сотрудников с различными компетенциями. Выполнить коррекцию онто-модели предприятия и перепланирование заказов.. Проверить изменение плана за счет выбора других исполнителей. Просмотреть показатели планирования, журнал событий, лог переговоров агентов.

Задание 2. Добавить в прикладную онтологию новый вид заказа и ресурса. Проверить изменение плана при вводе такого нового заказа. Выполнить коррекцию онто-модели предприятия и перепланирование заказов. Просмотреть показатели планирования, экономические показатели, журнал событий, лог переговоров агентов.

Задание 3. Добавить в прикладную онтологию новый технологический процесс исполнения заданного типа заказов, указав требований к ресурсам. Выполнить коррекцию онто-модели предприятия и перепланирование заказов. Просмотреть показатели планирования, экономические показатели, журнал событий, лог переговоров агентов.

Задание 4. Изменить в прикладной онтологии требования, которые операция предъявляет к ресурсам или к компетенциям исполнителей. Выполнить коррекцию онто-модели предприятия и перепланирование заказов. Просмотреть показатели планирования, экономические показатели, журнал событий, лог переговоров агентов.

Задание 5. Внесите такие изменения в прикладную онтологию, которые позволят проверять совместимость грузов. Выполнить коррекцию онто-модели предприятия и перепланирование заказов. Просмотреть показатели планирования, экономические показатели, журнал событий, лог переговоров агентов.

5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по модулю

Промежуточная аттестация проводится в форме тестирования. Результаты тестирования оцениваются по 100-балльной шкале (проценты правильных ответов). Пороговое значение положительного прохождения теста – 60%.

Примеры тестовых заданий:

1. Какие цели агентов заказов в ПВ-сети на виртуальном рынке:
А) Выполнить заказ с максимальным качеством, в скорейший срок, с минимальной стоимостью
Б) Найти конфликт
В) Минимизировать число изменений в плане
2. В интеллектуальной системе управления ресурсами мультиагентная система для планирования использует правила принятия решений, которые заданы:
А) В базе данных персонала
Б) В системах технологической подготовки производства
В) В базе знаний
3. Каким важнейшим базовым свойством обладает программный агент:
А) Автономность
Б) Изолированность
В) Реактивность
Г) Социальное поведение
4. Как осуществляется перепланирование мультиагентной системой при возникновении непредвиденного события
А) Расписание меняется полностью
Б) Как пользователь решит
В) Перепланируется частично, только та часть заказов, которая прямо или косвенно зависит от возникшего события
5. В какое место расписания может быть запланирована доставка нового заказа мультиагентной системой, при уже сформированном расписании
А) Только в свободный «хвост» расписания
Б) Только в самое начало расписания
В) В любой свободный слот в расписании
Г) Сформированное расписание не меняется
Д) Возможно разрешение конфликтов с уже запланированными заказами

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение модуля Основная литература

Учебно-методические пособия:

1. Учебно-методическое пособие по созданию ЭИ-систем для управления мобильными ресурсами;
2. Практикум по выполнению лабораторных работ на базе указанного выше УИК;
3. Руководство пользователя по работе с УИК.

Дополнительная литература

1. George Rzevski, Petr Skobelev, Alexey Zhilyaev. Emergent Intelligence in Smart Ecosystems: Conflicts Resolution by Reaching Consensus in Resource Management - Mathematics, 2022, 10(11), 1923. – MDPI AG, Switzerland. – <https://doi.org/10.3390/math10111923>
2. Vladimir Galuzin, Anastasia Galitskaya, Sergey Grachev, Vladimir Laruchkin, Dmitry Novichkov, Petr Skobelev, Alexey Zhilyaev The Autonomous Digital Twin of Enterprise: Method and Toolset for Knowledge-Based Multi-Agent Adaptive Management of Tasks and Resources in Real Time - Mathematics, 2022, 10(10), 1662. – MDPI AG, Switzerland. – <https://doi.org/10.3390/math10101662>
3. Petr Skobelev, Elena Simonova, Sergey Grachev, Igor Mayorov. Adaptive Clustering through Multi-Agent Technology: Development and Perspectives - Mathematics, 2020, 8(10), 1664. – MDPI AG, Switzerland. <https://doi.org/10.3390/math81016642020>
4. С.П. Грачев, А.А. Жиляев, В.Б. Ларюхин, Д.Е. Новичков, В.А. Галузин, Е.В. Симонова, И.В. Майоров, П.О. Скобелев. Методы и средства построения интеллектуальных систем для решения сложных задач адаптивного управления ресурсами в реальном времени // Автоматика и телемеханика, 2021, № 11, С. 30-67.
5. В.И. Городецкий, О.Н. Граничин, П.О. Скобелев. Децентрализация, самоорганизация и эмерджентный интеллект – цифровой взрыв умных технологий // Материалы общих заседаний 15-й Мультиконференции по проблемам управления, Санкт-Петербург, 04-06 октября 2022 г. – СПб.: АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2022. – С. 40-54.
6. Баринов, И.И. Формирование стратегии развития Комитета по искусственному интеллекту в Научно-образовательном центре «Инженерия будущего» / И.И. Баринов, Н.М. Боргест, С.Ю. Боровик, О.Н. Граничин, С.П. Грачев, Ю.В. Громыко, Р.И. Доронин, С.Н. Зинченко, А.Б. Иванов, В.М. Кизеев, Р.И. Кутлахметов, В.Б. Ларюхин, С.П. Левашкин, А.Н. Мочалкин, М.Г. Пантелеев, С.Б. Попов, Е.М. Севастьянов, П.О. Скобелев, А.Г. Чернявский, В.В. Шишкин, С.И. Шляев // Онтология проектирования. – 2021. – Т.11, №3(41). - С. 260-293. – DOI: 10.18287/2223-9537-2021-11-3-260-293.
7. Petr Skobelev, Miroslav Svítek, Sergei Kozhevnikov. Smart City 5.0 as an Urban Ecosystem of Smart Services. - Proceedings of the 9th Workshop on Service Orientation in Holonic and Multi-Agent Manufacturing (SOHOMA19), October 3-4, 2019, Valencia, Spain. – Borangiu, T., Trentesaux, D., Leitão, P., Giret Boggino, A., Botti Navarro, V. (Eds.). Service Oriented, Holonic and Multi-agent Manufacturing Systems for Industry of the Future. Studies in Computational Intelligence, vol. 853. Springer, 2020. – P. 426-436. ISBN 978-3-030-27476-4. DOI 10.1007/978-3-030-27477-1.
8. Petr Skobelev, Vladimir Gorodetsky, Vladimir Laryukhin. Conceptual Model of Digital Platform for Enterprises of Industry 5.0. - I. Kotenko et al. (Eds.): Proceedings of the 13th International Symposium on Intelligent Distributed Computing IDC 2019, 7-9 October 2019, Saint-Petersburg. – Intelligent Distributed Computing XIII. IDC 2019. Studies in Computational Intelligence, vol 868. – Springer Nature Switzerland AG, 2020. – P. 35-40. https://doi.org/10.1007/978-3-030-32258-8_4.
9. P. Skobelev, V. Gorodetsky, S. Kozevnikov, D. Novichkov. The Framework for Designing Autonomous Cyber-Physical Multi-Agent Systems for Adaptive Resource Management. - V. Marik et al. (Eds.): Proceedings of the 9th International Conference on Industrial Applications of Holonic and Multi-Agent Systems (HoloMAS'2019), August 26-28, 2019, Linz, Austria. – HoloMas 2019, LNAI 11710. – P. 52-64, 2019. Springer International Publishing, Switzerland, 2019. DOI:https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-030-27878-6_5.

10. Ржевский, Г.А., Скобелев П.О. Как управлять сложными системами? Мультиагентные технологии для создания сложных систем управления предприятиями – Самара: Офорт, 2015. – 290 с.
11. Skobelev P. Multi-Agent Systems for Real Time Adaptive Resource Management. - In Industrial Agents: Emerging Applications of Software Agents in Industry. Paulo Leitão, Stamatis Karnouskos (Ed.). – Elsevier. – 2015. – pp. 207-230. – ISBN 978-0-12-800341-1
12. Rzevski, G.; Skobelev, P. Managing Complexity, 1st ed.; WIT Press: London, UK; Boston, MA, USA, 2014, 156 p.
13. Skobelev P., Denis Budaev, Vladimir Laruhin, Evgeny Levin, Igor Mayorov. Practical Approach and Multi-Agent Platform for Designing Real Time Adaptive Scheduling Systems. - Proceedings of the PAAMS 2014 International Workshops, 4-6 June, 2014, Salamanca, Spain. 2014. – Communications in Computer and Information Science series, vol. 0430. –Springer, Switzerland. – P. 1-12. ISBN 978-3-319-07767-3.
14. Skobelev P., Denis Budaev, Vladimir Laruhin, Evgeny Levin, Igor Mayorov. Multi-Agent Platform for Designing Real Time Adaptive Scheduling Systems - Proceedings of the 12th International Conference on Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems (PAAMS 2014), 4-6 June, 2014, Salamanca, Spain. 2014. – Lecture Notes in Computer Science series, vol. 8473. – Spinger, Switzerland. – P. 383-386. ISBN 978-3-319-07550-1
15. Petr Skobelev, Damien Trentesaux. Disruptions Are the Norm: Cyber-Physical Multi-Agent Systems for Autonomous Real Time Resource Management - Proceedings of the 6th Workshop on Service Orientation in Holonic and Multi-Agent Manufacturing (SOHOMA16), October 6-7, 2016, Lisbon, Portugal. – «Service Orientation in Holonic and Multi-agent Manufacturing», series «Studies in Computational Intelligence», Vol. 694 – P. 287–294. – Springer International Publishing, Switzerland, 2016.
16. Скобелев П.О. Онтология деятельности для ситуационного управления предприятиями в реальном времени. - Онтология проектирования, 2012, № 1(3), с.6 – 38.
17. Skobelev P. Bio-Inspired Multi-Agent Technology for Industrial Applications – Multi-Agent Systems – Modeling, Control, Programming, Simulations and Applications. Faisal Alkhateeb, Eslam Al Maghayreh and Iyad Abu Doush (Ed.). InTech Publishers, Austria, 2011. – pp. 495-522. ISBN: 978-953-307-174-9. Available from: <http://www.intechopen.com/articles/show/title/bio-inspired-multi-agent-technology-for-industrial-applications>
18. Скобелев П.О. Мультиагентные технологии в промышленных применениях: к 20-летию основания Самарской научной школы мультиагентных систем. - Мехатроника, автоматизация, управление. 2010. №12. – С. 33-46.
19. Виттих В.А., Скобелев П.О. Метод сопряженных взаимодействий для управления распределением ресурсов в реальном масштабе времени. - Автометрия, 2009, №2, стр. 78-87.
20. В.А. Виттих, П.О. Скобелев. Мультиагентные модели взаимодействия для построения сетей потребностей и возможностей в открытых системах. - Автоматика и телемеханика, 2003, №1, с. 177-185.
21. В.Андреев, В.Виттих, С.Батищев, К.Ивкушкин, И.Минаков, Г.Ржевский, А.Сафронов, П.Скобелев,. Методы и средства создания открытых мультиагентных систем для поддержки процессов принятия решений. - Известия Академии наук. Теория и системы управления, 2003, №1, с. 126-137.
22. П.О. Скобелев. Открытые мультиагентные системы для оперативной обработки информации в процессах принятия решений. - Автометрия, №6, 2002, с. 45-61.
23. П.О. Скобелев. Метод компенсаций для поддержки процессов принятия решений при динамическом распределении ресурсов. - Известия Самарского научного центра РАН, январь-июнь 2002, с. 104-112.
24. С.Батищев, Т.Искварина, П.О. Скобелев,. Методы и средства построения онтологий для интеллектуализации сети Интернет. - Известия Самарского научного центра РАН, январь – июнь 2002, с. 91-103.

25. П.О. Скобелев. Открытые мультиагентные системы для поддержки процессов принятия решений при управлении предприятиями. - Известия Самарского научного центра РАН, январь – июнь 2001, с. 71-79.
26. П.О. Скобелев, С.В. Батищев, О.И. Лахин, И.А. Минаков, Г.А. Ржевский. - Разработка инструментальной системы для создания мультиагентных приложений в сети Интернет - Известия Самарского научного центра РАН, 2001, с. 131-135.

7. Материально-техническое и программное обеспечение модуля

Реализация программы предполагает наличие учебного кабинета, позволяющего проводить групповые занятия с аудиторией до 25 человек, с мультимедийным оборудованием (для каждого слушателя компьютер/ноутбук с выходом в Интернет, проектором и большим проекционным экраном, а также 9 плазменными панелями для отражения основных экранов СГК) с искусственным и естественным освещением.

В аудитории должна быть установлена учебная мебель (столы и стулья) с возможностью индивидуального перемещения по аудитории и реконфигурацией для проведения лекций и практических занятий, а также мозговых штурмов и проектной работы. Окна должны быть оборудованы жалюзи.

Рабочее место преподавателя должно быть оборудовано компьютером/ноутбуком, звуковоспроизводящей аудиосистемой.

На компьютерном оборудовании заблаговременно до начала реализации курса должны быть установлены стандартные пакеты программ для видео- и аудиодемонстраций и просмотра презентаций в формате MS PowerPoint и PDF, пакет Microsoft Office, браузер Chrome версии 80+, виртуальная машина Java (JVM) версии 8+ и необходимое для реализации курса специализированное программное обеспечение УИК:

- Конструктор онтологий и Баз знаний предприятий;
- Унифицированная мультиагентная система управления мобильными ресурсами в реальном времени.

УИК должен обеспечивать возможность проведения лабораторных работ обучаемыми, включая следующие возможности:

- создание, редактирование онтологий и онтологических моделей, а также экспорт и импорт онтологий и онтологических моделей;
- наполнению онтологических моделей предприятий данными с помощью Excel-файла;
- создание и редактирование данных по заказам на доставку грузов и парку ресурсов, а также экспорт и импорт этих данных;
- планирование заказов в унифицированной мультиагентной системе;
- визуализацию результатов планирования с помощью различных видов представлений: табличных, графических, на карте, на аналитических панелях;
- адаптивное планирование заказов по событиям, в частности для проведения следующих экспериментов:
 - добавление заказа в «хвост» по маршруту мобильного ресурса;
 - добавление заказа «внутри» уже сложившегося маршрута мобильного ресурса;
 - добавление заказов на доставку специальных грузов, требующих соответствующую специализацию мобильного ресурса;
 - добавление события недоступности мобильного ресурса, участвующего в расписании, что потребует адаптивного перераспределения заказов на другие ресурсы нужной специализации;
 - добавление заказа на доставку груза, который невыгоден по тарифам (расходы на его доставку превышают стоимость заказа);
 - изменение стоимости перевозки и тарифов заказов.

Указанные функции УИК могут дополняться или модифицироваться для индивидуального учета особенностей выбираемых и решаемых задач обучаемых.



ПРИЛОЖЕНИЕ 2

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

«Разработка интеллектуальных систем управления ресурсами в реальном времени»

ПО ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ
(профессиональной переподготовки)

«Школа главных конструкторов эмерджентного интеллекта»
наименование программы

**Авторы-составители: Скобелев П.О., д.т.н., Симонова Е.В., к.т.н., Мятлов Г.Н., д.т.н.,
Галузин В.А., Галицкая А.Н., Ларюхин В.Б., Новичков Д.Е., Елисеев В.Г.,
Журавель Ю.Н., Колесников П.Г.**

Разработчики программы ДПО:

Скобелев Петр Олегович, д.т.н., профессор кафедры ЭСИБ СамГТУ, научный руководитель Центра интеллектуальных космических систем (ЦИКС) СамГТУ	_____	Скобелев П.О.
Симонова Елена Витальевна, к.т.н., доцент кафедры информационных систем и технологий Самарского университета	_____	Симонова Е.В.
Мятов Геннадий Николаевич, д.т.н., профессор кафедры ЭПА СамГТУ	_____	Мятов Г.Н.
Галузин Владимир Андреевич, м.н.с. кафедры ЭСИБ СамГТУ	_____	Галузин В.А.
Галицкая Анастасия Вячеславовна, инженер кафедры ЭСИБ СамГТУ	_____	Галицкая А.В.
Ларюхин Владимир Борисович, м.н.с. кафедры ЭСИБ СамГТУ	_____	Ларюхин В.Б.
Новичков Дмитрий Евгеньевич ведущий программист ООО НПК «Сетецентрические платформы»	_____	Новичков Д.Е.
Елисеев Валерий Геннадьевич главный системный аналитик НАО «ГК «Генезис знаний»	_____	Елисеев В.Г.
Журавель Юлия Николаевна инженер кафедры ЭСИБ СамГТУ	_____	Журавель Ю.Н.
Колесников Павел Геннадиевич Ведущий программист НАО «ГК «Генезис знаний»	_____	Колесников П.Г.

1. Цель и задачи

Целью модуля «Разработка интеллектуальных систем управления ресурсами в реальном времени» является получение знаний и практического опыта создания систем «Эмерджентного интеллекта (ЭИ)» для управления ресурсами в реальном времени.

Задача модуля состоит в том, чтобы научить обучаемых разрабатывать и развивать указанные ЭИ системы для различных применений, например, производственных, транспортных или сервисных подразделений ПАО «Камаз».

В качестве примеров задач могут быть рассмотрены задачи, которые могут решаться с использованием производственных и мобильных ресурсов, включая беспилотные высокоавтоматизированные транспортные средства (ВАТС):

- курьерской доставки товаров потребителям;
- перевозки грузов в сетях поставок товаров в магазины;
- внутризаводской логистики предприятий;
- авиаперевозок самолетами малой авиации;
- автосервиса по диагностике и ремонту автомобилей и другие.

В этих целях становятся востребованы новые специальности ЭИ разработчиков, которые бы обладали знаниями и умениями по созданию интеллектуальных систем принятия решений по управления ресурсами в реальном времени.

2. Планируемые результаты обучения

Виды проф. деятельности	Общепрофессиональные/профессиональные компетенции ОПК, ПК или трудовые функции (ПСК и СК) (формируются и (или) совершенствуются)	Знания	Умения	Практический опыт
Разработка интеллектуальных систем управления мобильными ресурсами с использованием эмерджентного интеллекта.	ПСК 3. Проектирование ЭИ-систем для управления ресурсами	<ol style="list-style-type: none"> 1. Постановка задачи создания ЭИ систем для управления ресурсами в реальном времени. 2. Подходы к реализации моделей, методов и алгоритмов управления ресурсами на основе онтологий и мультиагентных технологий. 3. Функции ЭИ систем по управлению ресурсами в реальном времени. 4. Архитектура и основные компоненты ЭИ систем. 5. Онтологическое проектирование объекта 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Разработка технического задания для создания или доработки интеллектуальных систем управления ресурсами в реальном времени. 2. Постановка задачи разработки и определение требуемого функционала ЭИ-систем для управления ресурсами в реальном времени в производственно-транспортных задачах, включая распределение, планирование, оптимизацию, мониторинг и контроль использования мобильных ресурсов. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Владеть методологией проектирования ЭИ-систем для управления ресурсами в реальном времени. 2. Владеть технологиями разработки ЭИ-систем для управления ресурсами в реальном времени, включая базы знаний и мультиагентные технологии. 3. Понимать архитектуру ЭИ систем и функции отдельных компонент. 4. Уметь интегрироваться с внешними системами.

		<p>управления – разработка онто-модели предприятия для управления его ресурсами.</p> <p>6. Проектирование и реализация базовых классов агентов и протоколов их взаимодействий. Функции удовлетворенности и бонусов штрафов агентов. Метод компенсаций.</p> <p>7. Интеграция ЭИ систем со смежными системами предприятий.</p>	<p>3. Проектирование архитектуры ЭИ-систем и функций компонент для для управления ресурсами в реальном времени.</p> <p>4. Использование API для интеграции унифицированной мультиагентной системы, а также конструктора онтологий и базы знаний для управления ресурсами предприятия с внешними системами / программами.</p>	
	<p>ПСК 4. Программирование ЭИ-систем для управления мобильными ресурсами</p>	<p>1. Базовые классы программных агентов потребностей и возможностей на виртуальном рынке сЭИ системы.</p> <p>2. Протоколы взаимодействий агентов для поиска согласованных решений при управлении ресурсами.</p> <p>3. Микроэкономика виртуального рынка</p>	<p>1. Программирование базовых классов агентов и протоколов их взаимодействия для создания сервисов адаптивного планирования на базе унифицированной мультиагентной системы управления ресурсами в реальном времени.</p> <p>2. Создание прикладных онтологий для настройки и</p>	<p>1. Владеть методологией онтологического проектирования моделей объектов управления.</p> <p>2. Владеть методологией создания мультиагентных систем - основы разработки и реализации ЭИ-систем для управления ресурсами в реальном времени.</p> <p>3. Владеть программными технологиями разработки</p>

		<p>системы.</p> <p>4. Использование онтологий и онто-моделей предприятий для управления ресурсами.</p> <p>5. Модели, методы и алгоритмы принятия решений агентами при формировании и адаптивном перестроении расписаний ресурсов.</p> <p>6. Структура данных для хранения расписаний.</p> <p>7. Реализация онтологий и мультиагентных технологий в языках программирования (Java, C#, Python), среды разработки, фреймворки</p> <p>8. Перспективы создания сетевцентрической платформы для поддержки горизонтального и вертикального взаимодействия ЭИ систем.</p>	<p>модификации мультиагентной системы управления ресурсами в реальном времени.</p> <p>3. Использование фреймворка АККА для поддержки параллельных и асинхронных процессов для работы агентов.</p> <p>4. Разработка учетной части ЭИ-систем;</p> <p>5. Организация процесса разработки промышленных ЭИ-систем.</p> <p>5. Примеры применения цифровых колоний и экосистем ЭИ на базе сетевцентрической платформы для автоматического согласования планов подразделений.</p>	<p>ЭИ-систем для управления ресурсами;</p> <p>4. Владеть подходами, средами и фреймворками для реализации промышленных ЭИ-систем.</p> <p>5. Понимать перспективы масштабирования отдельных ЭИ систем в цифровые экосистемы ЭИ систем.</p>
--	--	--	---	---

3. Объем дисциплины

Таблица 2

Вид учебной работы		Количество часов (час.) и (или) зачетных единиц (з.е.)
Контактная работа слушателя с преподавателем, в том числе:		58
лекционного типа (Л) / Интерактивные занятия (ИЗ)		24
Практические (семинарские) занятия (ПЗ) / Интерактивные занятия (ИЗ)		34
Самостоятельная работа слушателя (СР)		80
Промежуточная аттестация	форма	тест
	час.	9
Общая трудоемкость по учебному плану (час./з.е)		147

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Структура дисциплины

Таблица 3

№ п/п	Наименование модулей	Всего, час.	В том числе:			
			Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Форма контроля/час
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
2.	Модуль 2. «Разработка интеллектуальных систем управления ресурсами в реальном времени (Ступень 2)»	147	24	34	80	Тест (9 часов)
2.1	Сбор требований и проектирование ЭИ систем для решения задач управления ресурсами.	13	4	4	4	Тест (1 час)
2.2	Программирование агентов в Java.	52	8	10	32	Тест (2 часа)
2.3	Основы программирования агентов в C#.	33	4	8	20	Тест (1 час)
2.4	Основы программирования агентов в Python.	33	4	8	20	Тест (1 час)

№ п/п	Наименование модулей	Всего, час.	В том числе:			
			Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Форма контроля/час
2.5	Многоуровневые сетевые ЭИ системы	7	2	2	2	Тест (1 час)
2.6	Организация процесса разработки промышленных ЭИ систем.	7	2	2	2	Тест (1 час)
2.7	Итоговое тестирование по модулю 2	2	-	-	-	Тест (2 часа)

4.2.Содержание модуля

Таблица 4

Номер раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	
	Темы лекций	Темы практических (семинарских) занятия
1	Модуль 2. «Разработка интеллектуальных систем управления ресурсами в реальном времени (Ступень 2)»	
1.1	Сбор требований и проектирование ЭИ систем для решения задач управления ресурсами.	Виды требований. Видение и дорожная карта разработки ЭИ систем. Функции и архитектура. Типовая программа и методика испытаний.
1.2.	Основы программирования агентов в Java.	Конструкция агента. Логика работы базового агента. Протоколы переговоров. Базовые классы агентов ПВ-сети. Методы принятия решений агентами при адаптивном планировании ресурсов. От планирования в открытые слоты расписания – к планированию со сдвигами и обменом задачами между ресурсами. Протоколы переговоров для согласования решений. Реактивность и проактивность агентов. Среда АККА для многопоточного планирования. Загрузка онтологической модели. Расписание в сцене данных мира предприятия. Подключение мультиагентной системы обучаемого к учетному контуру. Получение данных и возврат результатов по API в учетную систему.

1.3.	Основы программирования агентов в C#.	Основные классы агентов ПВ-сети и логика их работы. Протоколы переговоров агентов. Сцена данных расписания. Загрузка онтологий. Возврат результатов в учетную систему. Сохранение результатов.
1.4.	Основы программирования агентов в Python.	Основные классы агентов ПВ-сети и логика их работы. Протоколы переговоров агентов. Сцена данных расписания. Загрузка онтологий. Возврат результатов в учетную систему. Сохранение результатов.
1.5.	Многоуровневые сетевые ЭИ системы	Многоуровневые цифровые экосистемы ЭИ. Сетевая платформа и ее компоненты. Протоколы горизонтальных и вертикальных взаимодействий в цифровых экосистемах ЭИ.
1.6.	Организация процесса разработки промышленных ЭИ систем.	Принципы и подходы в организации процесса разработки, отладки и развертывания промышленных ЭИ систем.

Тема. Сбор требований и проектирование ЭИ систем для решения задач управления ресурсами.

Сбор требований к ЭИ системам для решения задач управления ресурсами. Функции и архитектура ЭИ систем. Виды требований. Видение и дорожная карта разработки ЭИ систем. Интеграция с внешними системами. Типовая программа и методика испытаний.

Тема. Программирование агентов в Java

Конструкция агента. Логика работы базового агента. Протоколы переговоров. Базовые классы агентов ПВ-сети. Методы принятия решений агентами при адаптивном планировании ресурсов. Метод компенсаций. От планирования в открытые слоты расписания – к планированию со сдвигами и обменом задачами между ресурсами. Протоколы переговоров для согласования решений. Реактивность и проактивность агентов. Среда АККА для многопоточного планирования. Загрузка онтологической модели. Расписание в сцене данных мира предприятия. Подключение мультиагентной системы обучаемого к учетному контуру. Получение данных и возврат результатов по API в учетную систему. На практике студенты научатся программировать агентов для ИСУР на Java.

Тема. Основы программирования агентов в C#

Базовые классы агентов и протоколы взаимодействия ПВ-сети. Метод компенсаций. Протоколы переговоров агентов. Загрузка онтологий. Расписание в сцене мира агентов. Подключение мультиагентной системы обучаемого к учетному контуру. Получение данных и возврат результатов по API в учетную систему. Сохранение результатов. На практике студенты научатся программировать агентов для ИСУР на C#.

Тема. Основы программирования агентов в Python

Базовые классы агентов и протоколы взаимодействия ПВ-сети. Метод компенсаций. Протоколы переговоров агентов. Загрузка онтологий. Расписание в сцене мира агентов. Подключение мультиагентной системы обучаемого к учетному контуру. Получение данных и возврат результатов по API в учетную систему. Сохранение результатов. На практике студенты научатся программировать агентов для ИСУР на Python.

Тема. Многоуровневые сетевые ЭИ системы

Многоуровневые цифровые экосистемы ЭИ. Сетевая платформа и ее компоненты. Протоколы горизонтальных и вертикальных взаимодействий в цифровых

экосистемах ЭИ. На практике студенты научатся проектировать ЭИ системы рассматриваемого класса и оценивать их реализационные характеристики.

Тема. Организация процесса разработки промышленных ЭИ систем.

Принципы и подходы в организации процесса разработки, отладки и развертывания промышленных ЭИ систем. На практике студенты получают основы знаний и умений по созданию и развертыванию промышленных применений.

5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по модулю

Промежуточные аттестации проводятся в форме тестирования. Результаты тестирования оцениваются по 100-балльной шкале (проценты правильных ответов). Пороговое значение положительного прохождения теста – 60%.

Примеры тестовых заданий:

1. В чем главная роль онтологий при создании интеллектуальных систем управления ресурсами?
А) Нормирование знаний
Б) Возможность самообучения системы
В) Проверка корректности ввода исходных данных
Г) Настройка системы на специфику бизнеса
2. В чем суть применения мультиагентных технологий при создании интеллектуальных систем управления ресурсами?
А) Многокритериальное планирование
Б) Адаптивное планирование
В) Квазиоптимальное планирование в реальном времени
Г) Перепланирование по событиям
Д) Все вышеперечисленные
3. В чем преимущества систем «Эмерджентного интеллекта»?
А) Поддерживает коллективное принятие решений через достижение консенсуса как состояния «конкурентного равновесия», когда ни один из агентов более не может улучшить результат
Б) Решает плохо формализованные задачи
В) Самообучается в ходе решения задачи
4. Чем отличается Индустрия 5.0 от Индустрии 4.0?
А) Цифровизация знаний и коллективный интеллект
Б) Автоматизация технологических процессов
В) Автоматизация управления ресурсами
5. Каковы основные компоненты архитектуры интеллектуальной системы управления ресурсами?
А) Интерфейс пользователя
Б) Мультиагентная система планирования ресурсов
В) Конструктор онтологий

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение модуля **Основная литература**

Учебно-методические пособия:

1. Учебно-методическое пособие по созданию ЭИ-систем для управления мобильными ресурсами;
2. Практикум по выполнению лабораторных работ на базе указанного выше УИК;
3. Руководство пользователя по работе с УИК.

Дополнительная литература

1. George Rzevski, Petr Skobelev, Alexey Zhilyaev. Emergent Intelligence in Smart Ecosystems: Conflicts Resolution by Reaching Consensus in Resource Management -

- Mathematics, 2022, 10(11), 1923. – MDPI AG, Switzerland. – <https://doi.org/10.3390/math10111923>
2. Vladimir Galuzin, Anastasia Galitskaya, Sergey Grachev, Vladimir Laruchkin, Dmitry Novichkov, Petr Skobelev, Alexey Zhilyaev The Autonomous Digital Twin of Enterprise: Method and Toolset for Knowledge-Based Multi-Agent Adaptive Management of Tasks and Resources in Real Time - Mathematics, 2022, 10(10), 1662. – MDPI AG, Switzerland. – <https://doi.org/10.3390/math10101662>
 3. Petr Skobelev, Elena Simonova, Sergey Grachev, Igor Mayorov. Adaptive Clustering through Multi-Agent Technology: Development and Perspectives - Mathematics, 2020, 8(10), 1664. – MDPI AG, Switzerland. <https://doi.org/10.3390/math81016642020>
 4. С.П. Грачев, А.А. Жилияев, В.Б. Ларюхин, Д.Е. Новичков, В.А. Галузин, Е.В. Симонова, И.В. Майоров, П.О. Скобелев. Методы и средства построения интеллектуальных систем для решения сложных задач адаптивного управления ресурсами в реальном времени // Автоматика и телемеханика, 2021, № 11, С. 30-67.
 5. В.И. Городецкий, О.Н. Граничин, П.О. Скобелев. Децентрализация, самоорганизация и эмерджентный интеллект – цифровой взрыв умных технологий // Материалы общих заседаний 15-й Мультиконференции по проблемам управления, Санкт-Петербург, 04-06 октября 2022 г. – СПб.: АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2022. – С. 40-54.
 6. Баринов, И.И. Формирование стратегии развития Комитета по искусственному интеллекту в Научно-образовательном центре «Инженерия будущего» / И.И. Баринов, Н.М. Боргест, С.Ю. Боровик, О.Н. Граничин, С.П. Грачев, Ю.В. Громько, Р.И. Доронин, С.Н. Зинченко, А.Б. Иванов, В.М. Кизеев, Р.И. Кутлахметов, В.Б. Ларюхин, С.П. Левашкин, А.Н. Мочалкин, М.Г. Пантелеев, С.Б. Попов, Е.М. Севастьянов, П.О. Скобелев, А.Г. Чернявский, В.В. Шишкин, С.И. Шляев // Онтология проектирования. – 2021. – Т.11, №3(41). - С. 260-293. – DOI: 10.18287/2223-9537-2021-11-3-260-293.
 7. Petr Skobelev, Miroslav Svítek, Sergei Kozhevnikov. Smart City 5.0 as an Urban Ecosystem of Smart Services. - Proceedings of the 9th Workshop on Service Orientation in Holonic and Multi-Agent Manufacturing (SOHOMA19), October 3-4, 2019, Valencia, Spain. – Borangiu, T., Trentesaux, D., Leitão, P., Giret Boggino, A., Botti Navarro, V. (Eds.). Service Oriented, Holonic and Multi-agent Manufacturing Systems for Industry of the Future. Studies in Computational Intelligence, vol. 853. Springer, 2020. – P. 426-436. ISBN 978-3-030-27476-4. DOI 10.1007/978-3-030-27477-1.
 8. Petr Skobelev, Vladimir Gorodetsky, Vladimir Laryukhin. Conceptual Model of Digital Platform for Enterprises of Industry 5.0. - I. Kottenko et al. (Eds.): Proceedings of the 13th International Symposium on Intelligent Distributed Computing IDC 2019, 7-9 October 2019, Saint-Petersburg. – Intelligent Distributed Computing XIII. IDC 2019. Studies in Computational Intelligence, vol 868. – Springer Nature Switzerland AG, 2020. – P. 35-40. https://doi.org/10.1007/978-3-030-32258-8_4.
 9. P. Skobelev, V. Gorodetsky, S. Kozevnikov, D. Novichkov. The Framework for Designing Autonomous Cyber-Physical Multi-Agent Systems for Adaptive Resource Management. - V. Marik et al. (Eds.): Proceedings of the 9th International Conference on Industrial Applications of Holonic and Multi-Agent Systems (HoloMAS'2019), August 26-28, 2019, Linz, Austria. – HoloMas 2019, LNAI 11710. – P. 52-64, 2019. Springer International Publishing, Switzerland, 2019. DOI:https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-030-27878-6_5.
 10. Ржевский, Г.А., Скобелев П.О. Как управлять сложными системами? Мультиагентные технологии для создания сложных систем управления предприятиями – Самара: Офорт, 2015. – 290 с.
 11. Skobelev P. Multi-Agent Systems for Real Time Adaptive Resource Management. - In Industrial Agents: Emerging Applications of Software Agents in Industry. Paulo Leitão, Stamatis Karnouskos (Ed.). – Elsevier. – 2015. – pp. 207-230. – ISBN 978-0-12-800341-1
 12. Rzevski, G.; Skobelev, P. Managing Complexity, 1st ed.; WIT Press: London, UK; Boston, MA, USA, 2014, 156 p.

13. Skobelev P., Denis Budaev, Vladimir Laruhin, Evgeny Levin, Igor Mayorov. Practical .Approach and Multi-Agent Platform for Designing Real Time Adaptive Scheduling Systems. - Proceedings of the PAAMS 2014 International Workshops, 4-6 June, 2014, Salamanca, Spain. 2014. – Communications in Computer and Information Science series, vol. 0430. –Springer, Switzerland. – P. 1-12. ISBN 978-3-319-07767-3.
14. Skobelev P., Denis Budaev, Vladimir Laruhin, Evgeny Levin, Igor Mayorov. Multi-Agent Platform for Designing Real Time Adaptive Scheduling Systems - Proceedings of the 12th International Conference on Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems (PAAMS 2014), 4-6 June, 2014, Salamanca, Spain. 2014. – Lecture Notes in Computer Science series, vol. 8473. – Springer, Switzerland. – P. 383-386. ISBN 978-3-319-07550-1
15. Petr Skobelev, Damien Trentesaux. Disruptions Are the Norm: Cyber-Physical Multi-Agent Systems for Autonomous Real Time Resource Management - Proceedings of the 6th Workshop on Service Orientation in Holonic and Multi-Agent Manufacturing (SOHOMA16), October 6-7, 2016, Lisbon, Portugal. – «Service Orientation in Holonic and Multi-agent Manufacturing», series «Studies in Computational Intelligence», Vol. 694 – P. 287–294. – Springer International Publishing, Switzerland, 2016.
16. Скобелев П.О. Онтология деятельности для ситуационного управления предприятиями в реальном времени. - Онтология проектирования, 2012, № 1(3), с.6 – 38.
17. Skobelev P. Bio-Inspired Multi-Agent Technology for Industrial Applications – Multi-Agent Systems – Modeling, Control, Programming, Simulations and Applications. Faisal Alkhateeb, Eslam Al Maghayreh and Iyad Abu Doush (Ed.). InTech Publishers, Austria, 2011. – pp. 495-522. ISBN: 978-953-307-174-9. Available from: <http://www.intechopen.com/articles/show/title/bio-inspired-multi-agent-technology-for-industrial-applications>
18. Скобелев П.О. Мультиагентные технологии в промышленных применениях: к 20-летию основания Самарской научной школы мультиагентных систем. - Мехатроника, автоматизация, управление. 2010. №12. – С. 33-46.
19. Виттих В.А., Скобелев П.О. Метод сопряженных взаимодействий для управления распределением ресурсов в реальном масштабе времени. - Автометрия, 2009, №2, стр. 78-87.
20. В.А. Виттих, П.О. Скобелев. Мультиагентные модели взаимодействия для построения сетей потребностей и возможностей в открытых системах. - Автоматика и телемеханика, 2003, №1, с. 177-185.
21. В.Андреев, В.Виттих, С.Батищев, К.Ивкушкин, И.Минаков, Г.Ржевский, А.Сафронов, П.Скобелев,. Методы и средства создания открытых мультиагентных систем для поддержки процессов принятия решений. - Известия Академии наук. Теория и системы управления, 2003, №1, с. 126-137.
22. П.О. Скобелев. Открытые мультиагентные системы для оперативной обработки информации в процессах принятия решений. - Автометрия, №6, 2002, с. 45-61.
23. П.О. Скобелев. Метод компенсаций для поддержки процессов принятия решений при динамическом распределении ресурсов. - Известия Самарского научного центра РАН, январь-июнь 2002, с. 104-112.
24. С.Батищев, Т.Искварина, П.О. Скобелев,. Методы и средства построения онтологий для интеллектуализации сети Интернет. - Известия Самарского научного центра РАН, январь – июнь 2002, с. 91-103.
25. П.О. Скобелев. Открытые мультиагентные системы для поддержки процессов принятия решений при управлении предприятиями. - Известия Самарского научного центра РАН, январь – июнь 2001, с. 71-79.
26. П.О. Скобелев, С.В. Батищев, О.И. Лахин, И.А. Минаков, Г.А. Ржевский. - Разработка инструментальной системы для создания мультиагентных приложений в сети Интернет - Известия Самарского научного центра РАН, 2001, с. 131-135.

7. Материально-техническое и программное обеспечение модуля

Реализация программы предполагает наличие учебного кабинета, позволяющего проводить групповые занятия с аудиторией до 25 человек, с мультимедийным оборудованием (для каждого слушателя компьютер/ноутбук с выходом в Интернет, проектором и большим проекционным экраном, а также 9 плазменными панелями для отражения основных экранов СГК) с искусственным и естественным освещением.

В аудитории должна быть установлена учебная мебель (столы и стулья) с возможностью индивидуального перемещения по аудитории и реконфигурацией для проведения лекций и практических занятий, а также мозговых штурмов и проектной работы. Окна должны быть оборудованы жалюзи.

Рабочее место преподавателя должно быть оборудовано компьютером/ноутбуком, звуковоспроизводящей аудиосистемой.

На компьютерном оборудовании заблаговременно до начала реализации курса должны быть установлены стандартные пакеты программ для видео- и аудиодемонстраций и просмотра презентаций в формате MS PowerPoint и PDF, пакет Microsoft Office, браузер Chrome версии 80+, виртуальная машина Java (JVM) версии 8+ и необходимое для реализации курса специализированное программное обеспечение УИК:

- Конструктор онтологий и Баз знаний предприятий;
- Унифицированная мультиагентная система управления мобильными ресурсами в реальном времени.

УИК должен обеспечивать возможность проведения лабораторных работ обучаемыми, включая следующие возможности:

- создание, редактирование онтологий и онтологических моделей, а также экспорт и импорт онтологий и онтологических моделей;
- наполнению онтологических моделей предприятий данными с помощью Excel-файла;
- создание и редактирование данных по заказам на доставку грузов и парку ресурсов, а также экспорт и импорт этих данных;
- планирование заказов в унифицированной мультиагентной системе;
- визуализацию результатов планирования с помощью различных видов представлений: табличных, графических, на карте, на аналитических панелях;
- адаптивное планирование заказов по событиям, в частности для проведения следующих экспериментов:
 - добавление заказа в «хвост» по маршруту мобильного ресурса;
 - добавление заказа «внутри» уже сложившегося маршрута мобильного ресурса;
 - добавление заказов на доставку специальных грузов, требующих соответствующую специализацию мобильного ресурса;
 - добавление события недоступности мобильного ресурса, участвующего в расписании, что потребует адаптивного перераспределения заказов на другие ресурсы нужной специализации;
 - добавление заказа на доставку груза, который невыгоден по тарифам (расходы на его доставку превышают стоимость заказа);
 - изменение стоимости перевозки и тарифов заказов.

Указанные функции УИК могут дополняться или модифицироваться для индивидуального учета особенностей выбираемых и решаемых задач обучаемых.



ПРИЛОЖЕНИЕ 3

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

ПРОГРАММА ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

ПО ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ
(профессиональной переподготовки)

«Школа главных конструкторов систем эмерджентного интеллекта»
наименование программы

Авторы-составители: Скобелев П.О., д.т.н., Симонова Е.В., к.т.н., Мятлов Г.Н., д.т.н.,
Галузин В.А., Галицкая А.Н., Ларюхин В.Б. , Новичков Д.Е., Елисеев В.Г.,
Журавель Ю.Н., Колесников П.Г.

Самара 2023 г.

Разработчики программы ДПО:

Скобелев Петр Олегович, д.т.н.,
профессор кафедры ЭСИБ СамГТУ,
научный руководитель Центра
интеллектуальных космических систем
(ЦИКС) СамГТУ

Скобелев П.О.

Симонова Елена Витальевна, к.т.н.,
доцент кафедры информационных
систем и технологий Самарского
университета

Симонова Е.В.

Мятов Геннадий Николаевич, д.т.н.,
профессор кафедры ЭПА СамГТУ

Мятов Г.Н.

Галузин Владимир Андреевич, м.н.с.
кафедры ЭСИБ СамГТУ

Галузин В.А.

Галицкая Анастасия Вячеславовна,
инженер кафедры ЭСИБ СамГТУ

Галицкая А.В.

Ларюхин Владимир Борисович, м.н.с.
кафедры ЭСИБ СамГТУ

Ларюхин В.Б.

Новичков Дмитрий Евгеньевич
ведущий программист ООО НПК
«Сетецентрические платформы»
Елисеев Валерий Геннадьевич
главный системный аналитик НАО «ГК
«Генезис знаний»

Новичков Д.Е.

Елисеев В.Г.

Журавель Юлия Николаевна
инженер кафедры ЭСИБ СамГТУ

Журавель Ю.Н.

Колесников Павел Геннадиевич
Ведущий программист НАО «ГК
«Генезис знаний»

Колесников П.Г.

1. Цель и задачи итоговой аттестации

Цель итоговой аттестации - выявить уровень сформированности профессиональных компетенций, позволяющих осуществлять профессиональную деятельность в сфере программирования интеллектуальных систем управления ресурсами на основе Мультиагентных технологий и онтологий.

2. Планируемые результаты обучения по программе

Виды проф. деят-сти	Общепрофессиональные/ профессиональные компетенции ОПК, ПК или трудовые функции (ПСК и СК) (формируются и (или) совершенствуются)	Знания	Умения	Практический опыт
<p>Разработка интеллектуальных систем управления ресурсами с использованием принципов эмерджентного интеллекта (ЭИ).</p>	<p>ПСК 1. Анализ требований бизнеса, постановка задач управления ресурсами и разработка моделей, методов и алгоритмов коллективного принятия решений в ЭИ системах управления ресурсами</p>	<p>1. Базовые принципы функционирования систем эмерджентного интеллекта (ЭИ) для управления ресурсами на основе баз знаний и мультиагентных технологий; 2. Сбор требований, постановки задач и подходы к решению задач управления мобильными ресурсами в реальном времени; 3. Модели, методы и алгоритмы коллективного принятия решений на основе ЭИ для управления мобильными ресурсами в реальном времени. 4. Подход к оценке качества и эффективности ЭИ систем, их</p>	<p>1. Анализ требований бизнеса для определения постановки задачи управления ресурсами и выбора возможных путей ее решения в соответствии с особенностями производственно-технологических и бизнес процессов предприятия; 2. Формализация задачи управления ресурсами в соответствии с особенностями производственного и бизнес процесса предприятия 3. Выбор или разработка моделей, методов и алгоритмов управления мобильными ресурсами в соответствии с особенностями</p>	<p>1. Владеть методологией сбора требований, постановки задач и разработки рациональных вариантов моделей, методов и алгоритмов управления ресурсами предприятия. 2. Владеть подходами создания онтологий и уметь создавать онтологические модели предприятий. 3. Уметь разработать базовые классы агентов и протоколы из взаимодействия для управления ресурсами предприятий. 4. Уметь оценить экономический эффект от внедрения ЭИ систем.</p>

		<p>преимуществ и ограничений.</p>	<p>предприятий. 4. Построение прикладной онтологии предметной области деятельности предприятия. 5. Построение онтологической модели предприятия. 6. Оценка качества и эффективности ЭИ систем, их преимущества и ограничения.</p>	
	<p>ПСК 2. Настройка, работа и внедрение ЭИ-систем для управления ресурсами</p>	<p>1. Подходы к построению систем ЭИ для управления ресурсами, включая модели и методы коллективного принятия решений, базы знаний и мультиагентные технологии. 2. Существующие MES и ERP-системы предприятия, необходимые для интеграции с мультиагентной системой управления ресурсами и конструктором базы знаний предприятия.</p>	<p>1. Развертывание ЭИ системы для управления ресурсами предприятия. 2. Настройка ЭИ системы для управления ресурсами через конструктор онтологий на особенности предметной области за счет расширения базовой и создания прикладной онтологии деятельности предприятия. 3. Создание онтологической модели выбранного предприятия и ее загрузка в ЭИ систему. 4. Работа в ЭИ системе для</p>	<p>1. Установка и развертывание ЭИ системы, включая конструктор онтологий и унифицированную мультиагентную систему для управления ресурсами предприятия. 2. Создание онтологической модели предприятия в базе знаний. 3. Загрузка онтологической модели предприятия в унифицированную мультиагентную систему управления ресурсами. 4. Работа в</p>

		<p>3. Функциональность унифицированной мультиагентной системы для управления ресурсами предприятия.</p> <p>4. Функциональность конструктора онтологий и базы знаний для управления ресурсами предприятия.</p> <p>5. Подход к исследованию основных характеристик ЭИ систем для работы в реальном времени.</p>	<p>управления ресурсами и адаптивного перестроения расписания в случае появления непредвиденных событий.</p> <p>5. Исследование основных характеристик ЭИ системы при обработке событий в реальном времени.</p> <p>6. Оценка характеристик ЭИ систем при обработке событий в реальном времени.</p>	<p>унифицированной мультиагентной системе управления ресурсами.</p> <p>5. Получение первого опыта решения задач управления ресурсами для выбранной или разработанной модели предприятия.</p>
	<p>ПСК 3. Проектирование ЭИ-систем для управления ресурсами</p>	<p>1. Постановка задачи создания ЭИ систем для управления ресурсами в реальном времени.</p> <p>2. Подходы к реализации моделей, методов и алгоритмов управления ресурсами на основе онтологий и мультиагентных технологий.</p> <p>3. Функции ЭИ систем по управлению ресурсами в реальном времени.</p> <p>4. Архитектура и</p>	<p>1. Разработка технического задания для создания или доработки интеллектуальных систем управления ресурсами в реальном времени.</p> <p>2. Постановка задачи разработки и определение требуемого функционала ЭИ-систем для управления ресурсами в реальном времени в производственно-транспортных задачах, включая распределение,</p>	<p>1. Владеть методологией проектирования ЭИ-систем для управления ресурсами в реальном времени.</p> <p>2. Владеть технологиями разработки ЭИ-систем для управления ресурсами в реальном времени, включая базы знаний и мультиагентные технологии.</p> <p>3. Понимать архитектуру ЭИ систем и функции отдельных компонент.</p> <p>4. Уметь интегрироваться с</p>

		<p>основные компоненты ЭИ систем.</p> <p>5. Онтологическое проектирование объекта управления – разработка онто-модели предприятия для управления его ресурсами.</p> <p>6. Проектирование и реализация базовых классов агентов и протоколов их взаимодействий. Функции удовлетворенности и бонусов штрафов агентов. Метод компенсаций.</p> <p>7. Интеграция ЭИ систем со смежными системами предприятий.</p>	<p>планирование, оптимизацию, мониторинг и контроль использования мобильных ресурсов.</p> <p>3. Проектирование архитектуры ЭИ-систем и функций компонент для для управления ресурсами в реальном времени.</p> <p>4. Использование API для интеграции унифицированной мультиагентной системы, а также конструктора онтологий и базы знаний для управления ресурсами предприятия с внешними системами / программами.</p>	<p>внешними системами.</p>
	<p>ПСК 4. Программирование ЭИ-систем для управления мобильными ресурсами</p>	<p>1. Базовые классы программных агентов потребностей и возможностей на виртуальном рынке сЭИ системы.</p> <p>2. Протоколы взаимодействий агентов для поиска согласованных</p>	<p>1. Программирование базовых классов агентов и протоколов их взаимодействия для создания сервисов адаптивного планирования на базе унифицированной мультиагентной системы</p>	<p>1. Владеть методологией онтологического проектирования моделей объектов управления.</p> <p>2. Владеть методологией создания мультиагентных систем - основы разработки и реализации ЭИ-систем для управления</p>

		<p>решений при управлении ресурсами.</p> <p>3. Микроэкономика виртуального рынка системы.</p> <p>4. Использование онтологий и онто-моделей предприятий для управления ресурсами.</p> <p>5. Модели, методы и алгоритмы принятия решений агентами при формировании и адаптивном перестроении расписаний ресурсов.</p> <p>6. Структура данных для хранения расписаний.</p> <p>7. Реализация онтологий и мультиагентных технологий в языках программирования (Java, C#, Python), среды разработки, фреймворки</p> <p>8. Перспективы создания сетцентрической платформы для поддержки горизонтального и вертикального</p>	<p>управления ресурсами в реальном времени.</p> <p>2. Создание прикладных онтологий для настройки и модификации мультиагентной системы управления ресурсами в реальном времени.</p> <p>3. Использование фреймворка АККА для поддержки параллельных и асинхронных процессов для работы агентов.</p> <p>4. Разработка учетной части ЭИ-систем;</p> <p>5. Организация процесса разработки промышленных ЭИ-систем.</p> <p>5. Примеры применения цифровых колоний и экосистем ЭИ на базе сетцентрической платформы для автоматического согласования планов подразделений.</p>	<p>ресурсами в реальном времени.</p> <p>3. Владеть программными технологиями разработки ЭИ-систем для управления ресурсами;</p> <p>4. Владеть подходами, средами и фреймворками для реализации промышленных ЭИ-систем.</p> <p>5. Понимать перспективы масштабирования отдельных ЭИ систем в цифровые экосистемы ЭИ систем.</p>
--	--	--	--	--

		взаимодействия ЭИ систем.		
--	--	---------------------------	--	--

3. Формы и объем итоговой аттестации

Форма итоговой аттестации – итоговый экзамен.

Продолжительность – 2 часа.

4. Требования к объему, структуре и оформлению итоговой аттестационной работы

Ответ на экзаменационный билет должен содержать полный и развернутый ответ на теоретический и практический вопросы.

5. Процедура проведения итоговых аттестационных испытаний

К итоговой аттестации допускаются слушатели, успешно выполнившие все элементы учебного плана.

Каждый экзаменационный билет состоит из одного теоретического вопроса и практической задачи по одному из модулей программы обучения.

Уровень подготовки обучающихся оценивается в баллах «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Для проведения итоговой аттестации создается аттестационная комиссия. В состав аттестационной комиссии должны входить: председатель, секретарь, члены комиссии. Результаты работы аттестационной комиссии оформляются протоколом заседания итоговой аттестационной комиссии.

По результатам экзамена выдается диплом о профессиональной переподготовке установленного образца. Лицам, получившим по результатам экзамена неудовлетворительную оценку, выдается справка о прохождении обучения в Организации.

Экзамен проводится с использованием дистанционных образовательных технологий.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение

Учебно-методические пособия:

1. Учебно-методическое пособие по созданию ЭИ-систем для управления мобильными ресурсами;
2. Практикум по выполнению лабораторных работ на базе указанного выше УИК;
3. Руководство пользователя по работе с УИК.

7. Фонд оценочных средств для итоговой аттестации

Оценка «Отлично» ставится, если слушатель полностью изложил ответ на теоретический вопрос и без ошибок выполнил все задания практической задачи.

Оценка «Хорошо» ставится, если слушатель при ответе на теоретический вопрос и/или при выполнении практической задачи допустил незначительные ошибки, а также в случае правильного и полного ответа на теоретический вопрос и правильного выполнения более 60% заданий практической задачи.

Оценка «Удовлетворительно» ставится, если слушатель при ответе на теоретический вопрос и/или при выполнении практической задачи допустил значительные ошибки. Для получения данной оценки должны быть правильно выполнены более 40% заданий практической задачи.

Оценка «Неудовлетворительно» ставится, если слушатель вообще не ответил на теоретический вопрос и не выполнил практическую задачу.

Примеры теоретических вопросов:

1. Охарактеризуйте подходы к решению задачи управления ресурсами предприятий со стороны классической математики в части исследования операций и информационных технологий.

2. Раскройте историю развития мультиагентных технологий и дайте примеры применений.

3. В чем отличие мультиагентных систем от классических систем для решения сложных задач управления ресурсами в реальном времени?

4. Объясните, в чем особенности моделей и методов коллективного принятия решений, реализуемых с применением мультиагентных технологий для решения сложных задач управления ресурсами в реальном времени.

5. Объясните устройство и принцип работы сети потребностей и возможностей (ПВ-сеть), приведите примеры из области транспортной логистики.

Примеры практических заданий:

Задание 1. Добавить в расписание мобильного ресурса новый заказ так, чтобы заказ встал на свободное место в его расписании. Проверить изменение плана до-ставки при вводе нового заказа. Просмотреть показатели планировщика, экономические показатели, журнал событий, лог переговоров агентов.

Задание 2. Добавить в расписание мобильного ресурса новый заказ так, чтобы заказ встал на свободное место в «хвост» плана в расписании курьера (инкрементальное планирование). Проверить изменение плана доставки при вводе нового заказа. Просмотреть показатели планировщика, экономические показатели, журнал событий, лог переговоров агентов.

Задание 3. Добавить в расписание мобильного ресурса новый заказ так, чтобы заказ встал между ранее размещенными заказами, сдвигая последующие заказы в его расписания. Проверить изменение плана доставки при вводе нового заказа. Просмотреть показатели планировщика, экономические показатели, журнал событий, лог переговоров агентов. Просмотреть показатели планировщика, экономические показатели, журнал событий, лог переговоров агентов.

Задание 4. Добавить в расписание мобильного ресурса новый заказ так, чтобы заказ вытеснил часть заказов, ранее размещенных в расписании курьера, на другие ресурсы. Проверить изменение плана доставки при вводе нового заказа. Просмотреть показатели планировщика, экономические показатели, журнал событий, лог переговоров агентов.

Задание 5. Создать ситуацию недоступности мобильного ресурса. Проверить, что заказы перепланируются на другой ресурс или сдвигаются на период доступности данного ресурса. Затем отменить недоступность курьера. Проверить перепланирование заказов с учетом появления свободного ресурса. Просмотреть показатели планировщика, экономические показатели, журнал событий, лог переговоров агентов.

8. Материально-техническое и программное обеспечение

Реализация программы предполагает наличие учебного кабинета, позволяющего проводить групповые занятия с аудиторией до 25 человек, с мультимедийным оборудованием (для каждого слушателя компьютер/ноутбук с выходом в Интернет, проектором и большим проекционным экраном, а также 9 плазменными панелями для отражения основных экранов СГК) с искусственным и естественным освещением. В аудитории должна быть установлена учебная мебель (столы и стулья) с возможностью индивидуального перемещения по аудитории и реконфигурацией для проведения лекций и практических занятий, а также мозговых штурмов и проектной работы. Окна должны быть оборудованы жалюзи.

Рабочее место преподавателя должно быть оборудовано компьютером/ноутбуком, звуковоспроизводящей аудиосистемой.

На компьютерном оборудовании заблаговременно до начала реализации курса должны быть установлены стандартные пакеты программ для видео- и

аудиодемонстраций и просмотра презентаций в формате MS PowerPoint и PDF, пакет Microsoft Office, браузер Chrome версии 80+, виртуальная машина Java (JVM) версии 8+ и необходимое для реализации курса специализированное программное обеспечение УИК:

- Конструктор онтологий и Баз знаний предприятий;
- Унифицированная мультиагентная система управления мобильными ресурсами в реальном времени.

УИК должен обеспечивать возможность проведения лабораторных работ обучаемыми, включая следующие возможности:

- создание, редактирование онтологий и онтологических моделей, а также экспорт и импорт онтологий и онтологических моделей;
- наполнению онтологических моделей предприятий данными с помощью Excel-файла;
- создание и редактирование данных по заказам на доставку грузов и парку ресурсов, а также экспорт и импорт этих данных;
- планирование заказов в унифицированной мультиагентной системе;
- визуализацию результатов планирования с помощью различных видов представлений: табличных, графических, на карте, на аналитических панелях;
- адаптивное планирование заказов по событиям.

Указанные функции УИК могут дополняться или модифицироваться для индивидуального учета особенностей выбираемых и решаемых задач обучаемых.