**Санкт-Петербургский государственный университет**

**Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Мультиагентные системы

Multi-Agent Systems

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 4

Регистрационный номер рабочей программы: 002288

Санкт-Петербург

2020

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

**1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Дисциплина «Мультиагентные системы» представляет обучающимся комплекс знаний, умений и навыков, позволяющих овладеть основами мультиагентных технологий в областях разработки программного обеспечения и синтеза новых алгоритмов управления информационными потоками. Такие знания необходимы для проведения научно-исследовательских работ в области синтеза и обоснования новых мультиагентных алгоритмов управления информационными потоками, а также для успешной интеграции выпускников вузов в компании, занимающиеся разработкой программного обеспечения для мультиагентных систем.

Отдельные параметры односеместрового курса могут варьироваться по степени сложности в зависимости от уровня подготовки обучающихся.

Курс построен на принципах компетентностного и деятельностного подходов к мультиагентным технологиям, что предполагает распределение содержания обучения по следующим видам деятельности: изучение основных концепций мультиагентных технологий, изучение основных процессов разработки мультиагентных систем, изучение специфических вопросов использования инструментальных средств разработки мультиагентных систем, выполнение индивидуальных заданий, выполнение коллективных заданий (вне аудитории и в аудитории).

Основным методологическим принципом построения программы курса, равно как и всей концепции обучения мультиагентным технологиям в целом, является принцип поэтапного системного накопления знаний и формирования необходимых компетенций по модели: от простого и/или знакомого — к сложному и/или незнакомому, а основной методологической стратегией прохождения отдельных разделов программы является ступенчатость и цикличность, предусматривающие постепенный возврат к ранее усвоенному материалу на более высоком концептуальном уровне.

Цель изучения дисциплины: обучение основам мультиагентных технологий; формирование навыка разработки мультиагентных систем; получение опыта выполнения отдельных задач с использованием новых мультиагентных алгоритмов управления информационными потоками.

**1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)**

Дисциплина «Мультиагентные системы» является элективом при подготовке профессионального математика-программиста.

Для ее освоения необходимо знание основ информатики, программирования, математики и теории вероятностей в пределах бакалаврской подготовки обучающихся.

Максимальная эффективность программы будет обеспечена при условии, что обучающийся:

* владеет основами разработки интеллектуальных информационных систем;
* владеет основами разработки алгоритмов управления процессами и методами их анализа.

**1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)**

В процессе изучения дисциплины «Мультиагентные системы» обучаемые приобретают следующие

**знания**

* сущности и значения интеллектуальной информации в развитии общества, основных методов, способов и средств получения, хранения, переработки интеллектуальной информации;
* основы мультиагентных технологий;
* понятия интеллектуальных агентов;
* состав и характеристики мультиагентных систем;
* платформы для разработки мультиагентых систем;
* основные способы разработки мультиагентых систем;
* принятие решений в условиях неопределенностей;
* понятие стохастичности;
* мультиагентное управление;

**умения**

* применять современные компьютерные технологии для создания интеллектуальных мультиагентных систем;
* разрабатывать новые мультиагентные алгоритмы управления информационными потоками;
* использовать в научной и познавательной деятельности, а также в социальной сфере профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями;
* критически переосмысливать свой опыт, адаптироваться к различным ситуациям, проявлять творческий подход, инициативу и настойчивость в достижении целей профессиональной деятельности;
* делать анализ и грамотную оценку эффективности разрабатываемых мультиагентных систем.

**навыки**

* практического участия в разработке разработки мультиагентных систем;
* формирование мультиагентного подхода к решению различных производственных и научных задач и
* применения в профессиональной деятельности современных языков и систем для программирования мультиагентных систем, электронных библиотек и пакетов программ, сетевых технологий;
* взаимодействия с коллегами, работы в коллективе.

Знать содержание дисциплины «Мультиагентные системы» и обладать достаточно полным представлением о возможностях применения разделов курса в различных прикладных областях науки и техники.

Уметь формализовывать поставленные задачи и реализовывать мультиагентные системы с точки зрения грамотной профессиональной разработки различного рода проектов.

Дисциплина способствует формированию следующих компетенций:

* ОПК-1 – способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности;
* ОПК-3 – способен применять современные информационные технологии, в том числе отечественные, при создании программных продуктов и программных комплексов различного назначения;
* ОПК-4 – способен участвовать в разработке технической документации программных продуктов и программных комплексов;
* ПКА-1 – способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий;
* ПКП-1 – способность проводить под научным руководством исследование на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности;
* ПКП-2 – способен решать задачи в области развития науки, техники и технологии с учетом нормативного правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности;
* ПКП-4 – способен применять современные информационные технологии при проектировании, реализации, оценке качества и анализа эффективности программного обеспечения для решения задач в различных предметных областях;
* ПКП-5 – способен использовать основные методы и средства автоматизации проектирования, реализации, испытаний и оценки качества при создании конкурентоспособного программного продукта и программных комплексов, а также способен использовать методы и средства автоматизации, связанные с сопровождением, администрированием и модернизацией программных продуктов и программных комплексов;
* ПКП-6 – способен использовать знания направлений развития компьютеров с традиционной (нетрадиционной) архитектурой; современных системных программных средств: операционных систем, операционных и сетевых оболочек, сервисных программ; тенденции развития функций и архитектур проблемно-ориентированных программных систем и комплексов в профессиональной деятельности;
* ПКП-8 – способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования;
* УКБ-3 – способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики и информационной безопасности.

**1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий**

Активные формы учебных занятий — лекции, предполагающие дискуссию с преподавателем (4 ак. часа).

**Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий**

**2.1. Организация учебных занятий**

**2.1.1 Основной курс**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Код модуля в составе дисциплины,  практики и т.п. | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | | | | | | | | | | Самостоятельная работа | | | | Объём активных и интерактивных  форм учебных занятий | Трудоёмкость |
| лекции | семинары | консультации | практические  занятия | лабораторные работы | контрольные работы | коллоквиумы | текущий контроль | промежуточная  аттестация | итоговая аттестация | под руководством преподавателя | в присутствии  преподавателя | сам. раб. с использованием  методических материалов | текущий контроль (сам.раб.) | промежуточная аттестация (сам.раб.) | итоговая аттестация  (сам.раб.) |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Семестр 5 | 32 |  | 2 |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 72 |  | 36 |  | 4 | 4 |
|  | 2-100 |  | 2-100 |  |  |  |  |  | 1-100 |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| ИТОГО | 32 |  | 2 |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 72 |  | 36 |  |  | 4 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | | | | | | |
| Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п. | Формы текущего контроля успеваемости | | Виды промежуточной аттестации | | Виды итоговой аттестации  (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ) | |
| Формы | Сроки | Виды | Сроки | Виды | Сроки |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | |
| Семестр 5 |  |  | экзамен, устно, традиционная форма | по графику промежуточной аттестации |  |  |

**2.2. Структура и содержание учебных занятий**

**Курс по выбору Основная траектория Очная форма обучения**

Период обучения: **Семестр 5**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п.п.** | **Наименование темы (раздела, части)** | **Вид учебных занятий** | **Кол-во часов** |
| 1 | Введение | Лекции | 2 |
| Самостоятельная работа по методическим материалам | 6 |
| 2 | Мультиагентные системы | Лекции | 10 |
| Самостоятельная работа по методическим материалам | 22 |
| 3 | Мультиагентное управление | Лекции | 10 |
| Самостоятельная работа по методическим материалам | 22 |
| 4 | Реализация мультиагентных алгоритмов балансировки загрузки узлов вычислительной сети | Лекции | 10 |
| Самостоятельная работа по методическим материалам | 22 |
| 5 | Промежуточная аттестация | Самостоятельная работа | 36 |
| Консультация | 2 |
| Экзамен | 2 |
| **Итого** | | | **144** |

1. Введение

* Сложные системы, хаотичность, самоорганизация. Развитие средств вычислительной техники.

1. Мультиагентные системы

* Понятие «Агента», информация, сигналы, данные, знания, управление.
* Взаимодействие агентов.
* Онтологии.
* Платформы для разработки мультиагентных систем. Примеры реализаций.

1. Мультиагентное управление

* Мультиагентное управление.
* Сведения из теории графов, ТВ и теории оценивания.
* Принятие решений в условиях неопределенности, стохастичность.
* Мультиагентное управление в динамической сети. Алгоритм локального голосования.
* Консенсус в динамических сетях.

1. Реализация мультиагентных алгоритмов балансировки загрузки узлов вычислительной сети

* Балансировка загрузки узлов вычислительной сети.
* Установка ПО среды JADE.
* Пример использования мультиагентной системы для определения средней характеристики некоторого явления.
* Анализ динамики состояний сети в стохастическом случае. Основные предположения об изменениях топологии, задержках и помехах в измерениях.
* Анализ динамики состояний сети в стохастическом случае. Теоретические результаты и результаты экспериментов.

**Раздел 3. Обеспечение учебных занятий**

**3.1. Методическое обеспечение**

**3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины**

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению лекций, участию в обсуждении рассматриваемых вопросов, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы

**3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы**

Самостоятельная работа обучающихся в рамках данной дисциплины является важным компонентом обучения, предусмотренным компетентностно-ориентированным учебным планом и рабочей программой учебной дисциплины.

Настоящей программой предусмотрены формы самостоятельной работы с использованием методических материалов по тематике курса и источников, указанных в обязательной, дополнительной литературе и Интернет-источниках, указанных в программе.

**3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания**

Экзамен проводится в устной форме. Билет состоит из двух вопросов, на подготовку ответа на которые даётся не менее одного академического часа (при подготовке можно пользоваться литературой). Преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы по билету, чтобы проверить уровень понимания материала. После ответа на вопросы билета преподаватель вправе задать дополнительные вопросы по любой теме из списка вопросов, вынесенных на экзамен. Количество и содержание дополнительных вопросов — на усмотрение преподавателя, принимающего экзамен.

Оценка за экзамен ставится по следующим правилам: ответ на каждый вопрос билета и на дополнительные вопросы оценивается по шкале от 0 (нет ответа) до 10 (очень хороший ответ), далее оценка усредняется. Результат переводится в диапазон от 0 до 100.

Далее применяется следующее правило выставления оценки:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Итоговый процент  выполнения, % | Оценка СПбГУ при  проведении экзамена | Оценка  ECTS |
| 90-100 | отлично | A |
| 80-89 | хорошо | B |
| 70-79 | хорошо | C |
| 61-69 | удовлетворительно | D |
| 50-60 | удовлетворительно | E |
| менее 50 | неудовлетворительно | F |

**3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)**

*Примерный список вопросов к устному экзамену:*

1. Сложные системы, хаотичность, самоорганизация.
2. Развитие средств вычислительной техники и мультиагентные технологии
3. Понятие «Агента», информация, сигналы, данные, знания, управление.
4. Взаимодействие агентов.
5. Онтологии.
6. Платформы для разработки мультиагентных систем. Примеры реализаций.
7. Мультиагентное управление.
8. Принятие решений в условиях неопределенности, стохастичность.
9. Мультиагентное управление в динамической сети. Алгоритм локального голосования.
10. Консенсус в динамических сетях.
11. Балансировка загрузки узлов вычислительной сети.
12. Пример использования мультиагентной системы для определения средней характеристики некоторого явления.
13. Анализ динамики состояний сети в стохастическом случае. Основные предположения об изменениях топологии, задержках и помехах в измерениях.
14. Анализ динамики состояний сети в стохастическом случае. Теоретические результаты и результаты экспериментов.

**3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса**

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

**3.2. Кадровое обеспечение**

**3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий**

К преподаванию дисциплины могут быть допущены преподаватели, имеющие диплом о высшем образовании по соответствующему направлению.

**3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом**

Специальных требований нет.

**3.3. Материально-техническое обеспечение**

**3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий**

Необходимо наличие доски и мела (маркера). Желательно также наличие проектора и компьютера для демонстрации слайдов.

**3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования**

На компьютере для демонстрации слайдов необходимо наличие программы просмотра PDF файлов.

**3.3.3 Характеристики специализированного оборудования**

Не требуется.

**3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения**

Не требуется.

**3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов**

Не требуется.

**3.4. Информационное обеспечение**

**3.4.1 Список обязательной литературы**

1. Амелин К.С., Амелина Н.О., Граничин О.Н., Кияев В.И. Разработка приложений для мобильных интеллектуальных систем на платформе Intel Atom. – СПб., ВВМ, 2012 – 220с.
2. Амелина Н.О. Мультиагентные технологии, адаптация, самоорганизация, достижение консенсуса // «Стохастическая оптимизация в информатике». Изд-во С.Петербург. ун-та, том 7 (1), 2011. С. 149–185.
3. Граничин О.Н., Кияев В.И. Информационные технологии в управлении. 2-е издание. – СПб.: Изд-во «ВВМ», 2012, 420 с.

**3.4.2 Список дополнительной литературы**

1. Граничин О.Н. Обратные связи, усреднение и рандомизация в управлении и извлечении знаний // «Стохастическая оптимизация в информатике». Изд-во С.Петербург. ун-та, том 8, вып. 2, 2012, с. 3-48.
2. Кияев В.И., Герасимов Р.В. Интеллектуальный CRM на базе мультиагентного подхода // «Стохастическая оптимизация в информатике». Изд-во С.Петербург. ун-та, том 8, вып. 1, 2012, с. 50-94.
3. Амелин K.C. Технология программирования легкого БПЛА для мобильной автономной группы // «Стохастическая оптимизация в информатике». Изд-во С.Петербург. ун-та, том 7 (1), 2011. С. 93–115.
4. Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. – М.: Наука. 1983.
5. Граничин О.Н., Поляк Б.Т. Рандомизированные алгоритмы оценивания и оптимизации при почти произвольных помехах. – М.: Наука. 2003.
6. Multiagent Systems. A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence. The MIT Press, 2001.

**3.4.3 Перечень иных информационных источников**

1. Web-страница курса http://www.math.spbu.ru/user/gran/mat/

**Раздел 4. Разработчики программы**

Граничин Олег Николаевич, профессор мат-мех факультета СПбГУ. o.granichin@spbu.ru, тел. 428-49-10.