**Санкт-Петербургский государственный университет**

**Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Введение в стохастическое программирование

Introduction to Stochastic Programming

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 2

Регистрационный номер рабочей программы: 065079

Санкт-Петербург

2020

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

**1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Цель изучения дисциплины: Ознакомление обучающихся с современными методами стохастической оптимизации и обучение их решать с помощью этих методов сложные технические и экономические задачи. В частности, при проектировании и разработке электронных устройств, работающих в режиме реального времени одним из основных является вопрос об оптимизации их процесса их работы. До последнего времени оптимизация достигалась за счет предварительного моделирования работы и выбора наилучших параметров системы. Использование механизмов «обратной связи», корректирующих параметры во время работы ограничивалось неразвитостью теории последовательной оптимизации. В частности, сильным ограничением в применении стандартных процедур оптимизации было предположение о случайном характере неопределенностей в системе и приписывание им свойств независимости и центрированности. Но именно в системах реального времени эти ограничения, как правило, не удовлетворяются. Поэтому на практике используются некоторые эвристические алгоритмы, теоретически необоснованные. Развитие основ теории последовательной оптимизации при почти произвольных помехах в значительной степени снимает эти ограничения.

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

Программа курса предназначена для обучающихся четвёртого курса. Дисциплина рассчитана на слушателей, знакомыми с основами теории вероятностей и математической статистики.

**1.3. Перечень результатов обучения (learningoutcomes)**

1. Знание о потенциальных возможностях и применимости методов стохастического программирования.
2. Умение составлять математические модели сложных технических и экономических задач.
3. Навыки самостоятельно решать академические задачи стохастического программирования.
4. Понимание как самостоятельно искать способы решения сложных прикладных задач, сводящихся к задачам стохастического программирования.
5. Компетенции:

* 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;
* ОПК-5 – способен инсталлировать и сопровождать программное обеспечение для информационных систем и баз данных, в том числе отечественного производства;
* 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-3 – способен преподавать математику и информатику в средней школе, специальных учебных заведениях на основе полученного фундаментального образования и научного мировоззрения;
* 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-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 | лабораторныеработы | контрольныеработы | 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 7 | 30 |  |  |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 34 |  | 6 |  | 4 | 2 |
|  | 2-16 |  |  |  |  |  |  |  | 1-16 |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| ИТОГО | 30 |  |  |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 34 |  | 6 |  |  | 2 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 7 |  |  | зачёт, устно-письменно, ответы на вопросы | по графику промежуточной аттестации |  |  |

**2.2. Структура и содержание учебных занятий**

Курс разбит на пять модулей.

1. Введение в стохастическое программирование. Лекции — 8 ак. ч., самостоятельная работа по методическим материалам — 6 ак. ч.
2. Оптимизация и оценивание. Лекции — 12 ак. ч., самостоятельная работа по методическим материалам — 14 ак. ч.
3. Фильтрация, отслеживание изменений. Лекции — 10 ак. ч., самостоятельная работа по методическим материалам — 14 ак. ч.

На лекционных занятиях преподаватель рассказывает материал курса согласно следующему содержанию в разбивке по разделам:

1. Введение в стохастическое программирование.
   1. Задачи стохастического программирования.
   2. Минимизация функционалов типа среднего риска
   3. Рандомизированные алгоритмы.
2. Оптимизация и оценивание.
   1. Приближение одной случайной величины набором других.
   2. Оценивание по конечному числу наблюдений. Теорема Гаусса-Маркова.
   3. Метод эмпирического функционала, байесовское оценивание, достижимая точность оценивания.
3. Фильтрация, отслеживание изменений.
   1. Фильтр Винера-Колвогорова
   2. Фильтр Калмана-Бьюси.
   3. Оценивание дрейфа точки минимума нестационарного функционала среднего риска.

**Раздел 3. Обеспечение учебных занятий**

**3.1. Методическое обеспечение**

**3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины**

Для освоения дисциплины обучающиеся должны посещать лекции.

**3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы**

Самостоятельная работа обучающегося, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса, которой отводится не менее половины учебного времени при очной форме обучения. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться обучающимися для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует, с одной стороны, создание условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя, и тщательной подготовки целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями, с другой стороны.

К числу методических пособий относятся общие методические рекомендации и указания по самостоятельной работе.

Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий обучающихся в освоении дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса. Взаимодействие между преподавателем и обучающимся осуществляется в форме консультаций. Преподаватели также оказывают помощь обучающимся по планированию и организации самостоятельной работы.

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

На зачёте каждому обучающемуся выдается лист с 10 вопросами, ответы на которые он должен вписать в оставленные для этого места. После проверки письменного теста по тем темам, в которых были допущены ошибки, задаются уточняющие устные вопросы.

Оценка за зачёт ставится по следующим правилам: ответ на каждый вопрос с учётом результатов беседы оценивается по шкале от 0 (нет ответа) до 10 (очень хороший ответ), далее оценки суммируются. Результат переводится в диапазон от 0 до 100.

Далее применяется следующее правило выставления оценки:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Итоговый процент  выполнения, % | Оценка СПбГУ при  проведении зачёта | Оценка  ECTS |
| 90-100 | зачтено | A |
| 80-89 | зачтено | B |
| 70-79 | зачтено | C |
| 61-69 | зачтено | D |
| 50-60 | зачтено | E |
| менее 50 | не зачтено | F |

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

*Пример списка вопросов, выносимых на зачёт:*

1. Какой алгоритм называется рандомизированным?
2. Формула МНК
3. Теорема Гаусса-Маркова
4. Модель наблюдений в задаче оптимальной фильтрации Винера-Колмогорова
5. Модель наблюдений в задаче оптимальной фильтрации Калмана-Бьюси
6. Формула Байеса
7. Алгоритм Роббинса-Монро
8. Процедура Кифера-Вольфовица
9. Рандомизированный алгоритм стохастической аппроксимации с одним измерением
10. Рандомизированный алгоритм стохастической аппроксимации с двумя измерениями

**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**

В аудиториях, где проводятся занятия, необходимо наличие досок и средств письма на них.

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

Не требуется.

**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. Кибзун А.И., Кан Ю.С. Задачи стохастического программирования с вероятностными критериями.-М: Физматлит, 2009.-372 с.
2. ЭБС «Лань» по подписке СПбГУ:<https://proxy.library.spbu.ru:2279/book/2199>
3. 2.Лю, Баодин. Теория и практика неопределенного программирования: Пер. с англ. / Б. Лю; пер., ред. пер. Ю. В. Тюменцев, пер. Ю. Т. Каганов. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005-2014. - 416 с. Мм – 4 экз.

**3.4.2 Список дополнительной литературы**

Не требуется.

**3.4.3 Перечень иных информационных источников**

Не требуется.

**Раздел 4. Разработчики программы**

Граничин Олег Николаевич, д.ф.-м.н., профессор, профессор кафедры системного программирования, [Oleg\_granichin@mail.ru](mailto:Oleg_granichin@mail.ru), +7(921)740-03-37.