

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 10.07.2023 15:55:46
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе

_____ Б.В.Пекаревский

« 20 » мая 2019 г.

Рабочая программа дисциплины
МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

Направление подготовки

09.03.02 Информационные системы и технологии

Направленность программы бакалавриата

Информационные системы и технологии

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Факультет информационных технологий и управления

Кафедра системного анализа и информационных технологий

Санкт-Петербург

2019

Б1.О.24

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Профессор		Профессор Холоднов В.А.
Доцент		Краснобородько Д.А.

Рабочая программа дисциплины «Методы оптимизации» обсуждена на заседании кафедры системного анализа и информационных технологий
протокол от « 25 » 04 2019 № 5
И.о заведующего кафедрой

профессор, д.т.н. А.А.
Мусаев

Одобрено учебно-методической комиссией Факультета информационных технологий и управления факультета
протокол от « 15 » 05 2019 № 9
Председатель

доцент, к.т.н. В.В. Куркина

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Информационные системы и технологии»		Г.А.Мамаева
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н.Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Занятия лекционного типа.....	06
4.3. Занятия семинарского типа.....	07
4.3.1. Лабораторные занятия.....	08
4.4. Самостоятельная работа.....	08
4.5 Темы и содержание курсовых работ.	08
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	08
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	09
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	10
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	11
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	11
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	11
10.2. Программное обеспечение.....	11
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	11
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	11
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	12
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.	

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции ¹	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-1.16 Разработка и программная реализация алгоритмов оптимизационных методов решения прикладных задач</p>	<p>Знать: математические модели систем (ЗН-1). Уметь: определять основные статические и динамические характеристики ИС, выбирать оптимальное управление ИС, оценивать эффективность ИС (У-1). Владеть:-методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов в ИС (Н-1).</p>
<p>ОПК-8 Способен применять математические модели, методы и средства проектирования информационных(ИС) и автоматизированных систем</p>	<p>ОПК-8.3 Применение методов оптимизации при проектировании информационных систем (ИС).</p>	<p>Знать: методы линейного, нелинейного и динамического программирования, средства и алгоритмы инструментов управления ИС, методы оптимизации и управления ИС (ЗН-2). Уметь: использовать методы и алгоритмы оптимизации, разрабатывать оптимальные ИС, разрабатывать оптимальное управление ИС (У-2). Владеть: выбирать рациональную систему регулирования ИС, навыками использования при решении поставленных задач программных пакетов для ЭВМ (Н-2).</p>

¹ Содержание и номер компетенции в точности соответствует ФГОС ВО и отображается в матрице компетенций для конкретной дисциплины

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам обязательной части (Б1.О.24) и изучается на 3 курсе в 6 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Математика», «Моделирование систем».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Методы оптимизации» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе бакалавра и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	4/ 144
Контактная работа с преподавателем:	63
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	-
семинары, практические занятия	30
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	15
КСР	-
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	45
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен (36), КР

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Основные определения оптимизации	2	2		-	ОПК-1	ОПК-1.16
2.	Основные задачи оптимизации	4	8		15	ОПК-8	ОПК-8.3
3.	Основные методы оптимизации	6	14		15	ОПК-1	ОПК-1.16
4.	Оптимальное управление системами	6	6		15	ОПК-8	ОПК-8.3

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Основные определения оптимизации.</u> Основные понятия и определения. Математическое моделирование – основной метод оптимизации и принятия решений. Показатели качества, критерии оптимизации.	2	ЛВ
2	<u>Основные задачи оптимизации.</u> Задачи поверочного и проектного расчёта систем. Степень свободы математической модели системы. Задачи оптимизации статических режимов и оптимального управления ИС. Многокритериальные задачи.	4	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	<u>Основные методы оптимизации.</u> Параметры состояния и параметры управления (оптимизации). Выбор параметров оптимизации. Метод информационной инверсии. Ограничения типа равенств и неравенств. Критерии оптимизации (функции цели). Методы классического анализа для решения задач оптимизации. Методы учёта ограничений: метод Лагранжа-Каруша-Куна-Таккера, методы внешних и внутренних штрафных функций. Методы линейного и нелинейного программирования. Симплекс метод. Методы одномерной оптимизации дихотомии, золотого сечения, чисел Фибоначчи, параболической аппроксимации. Методы нулевого и первого порядков. Метод Гаусса-Зейделя, градиентные методы наискорейшего спуска. Проблема оврагов. Методы второго порядка, квазиньютоновские методы. Декомпозиционные методы оптимизации: метод цен, метод закрепления. Дискретный принцип максимума. Вычисление градиента с помощью сопряжённого процесса.	6	ЛВ
4	Оптимальное управление системами. Модели в виде систем дифференциальных уравнений. Вариационное исчисление. Уравнение Эйлера-Лагранжа для экстремалей. Изопериметрические задачи. Условия трансверсальности. Брахистохрона. Игольчатая вариация. Принцип максимума Понтрягина. Динамическое программирование для статических и динамических задач оптимизации.	6	ЛВ

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	Построение линий равного уровня критериев оптимизации.	6	КтСм
3	Разработка программ, реализующих методы линейного программирования. Разработка программ, реализующих методы нелинейного программирования. Разработка программ, реализующих метод динамического программирования	16	КтСм

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
4	Оптимизация ИС с помощью принципа максимума.	8	КтСм

4.3.2. Лабораторные занятия.

Учебным планом не предусмотрены.

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	Представление поверхностей критериев оптимизации в виде линий равного уровня.	8	Устный опрос №1
3	Освоение симплекс метода в MathCAD Программирование метода Гаусса-Зейделя Программирование метода наискорейшего спуска.	12	Устный опрос №2
3	Разработка программы оптимизации ИС методом динамического программирования.	10	Устный опрос №2
4	Разработка программы оптимизации ИС с помощью принципа максимума.	15	Устный опрос №3

4.5 Темы и содержание курсовых работ

Перечень примерных тем курсовых работ

Оптимизация процессов экспериментально-статистическими методами.

Решение задач с помощью SQP программы OCTAVE.

Оптимизация процессов с помощью GAMS.

Оптимизация процессов с помощью облачных технологий NEOS-сервера.

Оптимизация задач линейного программирования в Mathcad.

Решение задач нелинейного программирования в Mathcad.

Оптимизация задач нелинейного программирования в Scilab.

Решение задач нелинейного программирования в EXCEL.

Решение задач нелинейного программирования в Scilab.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной

информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте Медия:
<http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена и защиты курсовой работы.

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются теоретическими вопросами. При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 40 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1

1. Методы классического анализа для решения задач оптимизации.
2. Симплекс метод.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

а) печатные издания:

1. Системный анализ и принятие решений. Математическое моделирование и оптимизация объектов химической технологии. Учебное пособие. / В.А. Холоднов. - СПб: СПб ГТИ(ТУ), ИК «Синтез», 2007 г., 339 с.
2. Химико-технологические системы: Оптимизация и ресурсосбережение: учебное пособие для вузов / Н. В. Лисицын, В. К. Викторов, Н. В. Кузичкин, В.И. Федоров. - СПб.: Менделеев, 2013. - 392 с.
3. Системный анализ и принятие решений. Компьютерное моделирование и оптимизация объектов химической технологии в Mathcad и Excel / В. А. Холоднов, В. Решетиловский, М. Ю. Лебедева, Е. С. Боровинская // Учебное пособие. СПб: СПбГТИ (ТУ), 2007. – 434с.
4. Решение задач нелинейного программирования на основе градиентных методов с использованием системы компьютерной математики MathCAD: методические указания / В. А. Холоднов, Е. С. Боровинская, В. П. Андреева, В. И. Черемисин. СПб: СПбГТИ (ТУ), 2010. – 68 с.

б) электронные учебные издания:

1. Системный анализ и принятия решений. Технология вычислений в системе компьютерной математики Mathcad : Учебное пособие / В. А. Холоднов [и др.] ; СПбГТИ(ТУ). Каф. систем. анализа. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2013. - 151с. (ЭБ)
2. Холоднов, В. А. Решение задач безусловной оптимизации с использованием системы MathCAD и GNU Octave : учебное пособие / В. А. Холоднов, В. С. Унанян ; СПбГТИ(ТУ). Каф. систем. анализа и информ. технологий. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2018. - 78 с. (ЭБ)
3. Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов и систем с помощью интерактивной информационно-моделирующей программы ASPEN PLUS : учебное пособие / В. А. Холоднов [и др.] ; СПбГТИ(ТУ). Каф. систем. анализа. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2013. - 214 с. (ЭБ)

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:
<http://media.technolog.edu.ru>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Методы оптимизации» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКВД. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы;

серьезное отношение к изучению материала;

постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;

взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

10.2. Программное обеспечение.

Microsoft Office (Microsoft Excel);

Программы MathCAD, OCTAVE, GAMS, Scilab.

10.3. Информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для ведения лекционных и практических занятий используется компьютерный класс, оснащенный объединенными в сеть персональными компьютерами, оборудованием и техническими средствами обучения на 15 посадочных мест.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Методы оптимизации»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание компетенций	Этап формирования
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	промежуточный
ОПК-8	Способен применять математические модели, методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем;	промежуточный

1. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ОПК-1.16 Разработка и программная реализация алгоритмов оптимизационных методов решения прикладных задач	Правильно перечисляет математические модели систем (ЗН-1).	Ответы на вопросы №1- 7 и на вопросы №15-36 к экзамену	Путается в перечислении математических моделей систем	Перечисляет математические модели систем с небольшими ошибками	Уверенно и без ошибок перечисляет математические модели систем
	Определяет основные статические и динамические характеристики ИС, выбирать оптимальное управление ИС, оценивать эффективность ИС (У-1).		С ошибками определяет основные статические и динамические характеристики ИС;	Определяет основные статические и динамические характеристики ИС с небольшими подсказками преподавателя	Способен самостоятельно определять основные статические и динамические характеристики ИС
	Демонстрирует навыки- использования методов математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов в ИС (Н-1).		Имеет слабые навыки использования методов статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов в ИС	Имеет навыки использования методов для обработки результатов экспериментов в ИС, но допускает 1-2 ошибки	Демонстрирует уверенные навыки использования методов статистики для обработки результатов экспериментов в ИС

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ОПК-8.3 Применение методов оптимизации при проектировании информационных систем(ИС).	Правильно определяет методы линейного, нелинейного и динамического программирования, средства и алгоритмы инструментов управления ИС, методы оптимизации и управления ИС (ЗН-2).	Ответы на вопросы №8-14 к экзамену	Демонстрирует частичное знание информационных технологий и программных средств для решения задач профессиональной деятельности	Демонстрирует приемлемое знание информационных технологий и программных средств для решения задач профессиональной деятельности	Уверенно и без ошибок демонстрирует знание информационных технологий и программных средств для решения задач профессиональной деятельности
	Объясняет использование методов и алгоритмов оптимизации при разработке оптимальных ИС (У-2).		Имеет слабое представление об использовании методов и алгоритмов оптимизации;	С небольшими подсказками преподавателя объясняет использование методов и алгоритмов оптимизации;	Уверенно и без ошибок объясняет использование методов и алгоритмов оптимизации;
	Демонстрирует навыки выбора рациональных систем управления ИС, навыками использования при решении поставленных задач программных пакетов для ЭВМ (Н-2).		Демонстрирует слабые навыки использования при решении поставленных задач программных пакетов для ЭВМ;	Объясняет с некоторыми неточностями и подсказками использование при решении поставленных задач программных пакетов для ЭВМ;	Уверенно демонстрирует навыки использования при решении поставленных задач программных пакетов для ЭВМ;

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):
если по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и (или) курсового проекта (работы), то шкала оценивания – балльная.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-1:

1. Определение оптимизации.
2. Цель оптимизации.
3. Задачи поверочного и проектного расчёта систем.
4. Степень свободы математической модели системы.
5. Показатели качества, критерии оптимизации.
6. Наблюдаемость, управляемость, чувствительность.
7. Рециркуляция и обратные связи.

б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-8:

8. Степень свободы математической модели системы.
9. Задачи оптимизации статических режимов
10. Выбор параметров оптимизации.
11. Метод информационной инверсии.
12. Ограничения типа равенств и неравенств.
13. Критерии оптимизации (функции цели).
14. Многокритериальные задачи.

в) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-1:

15. Задачи оптимального управления системами.
16. Подход Парето
17. Методы классического анализа для решения задач оптимизации.
18. Методы учёта ограничений: метод Лагранжа и Куна-Таккера.
19. Методы внешних и внутренних штрафных функций.
20. Методы линейного и нелинейного программирования.
21. Симплекс метод.
22. Методы одномерной оптимизации дихотомии, золотого сечения, чисел Фибоначчи, параболической аппроксимации.
23. Методы нулевого и первого порядков. Метод Гаусса-Зейделя, градиентные методы наискорейшего спуска.
24. Проблема оврагов.
25. Методы второго порядка, квазиньютоновские методы.
26. Декомпозиционные методы оптимизации: метод цен, метод закрепления.
27. Дискретный принцип максимума.
28. Вычисление градиента с помощью сопряжённого процесса.
29. Оптимальное управление системами.
30. Модели в виде систем дифференциальных уравнений.
31. Вариационное исчисление.
32. Уравнение Эйлера-Лагранжа для экстремалей.
33. Изопериметрические задачи.
34. Условия трансверсальности. Брахистохрона.
35. Игольчатая вариация. Принцип максимума Понтрягина.
36. Динамическое программирование для статических и динамических задач оптимизации.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 40 мин.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.