

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 21.09.2023 14:02:30
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
« 11 » января 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАДАЧ В ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ

Направление подготовки

15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Направленность программы бакалавриата

Автоматизация технологических процессов и производств

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Факультет **информационных технологий и управления**

Кафедра **автоматизации процессов химической промышленности**

Санкт-Петербург

2022

Б1.В.13

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
доцент		доцент Ремизова О.А.

Рабочая программа дисциплины «Оптимизация задач в теории управления» обсуждена на заседании кафедры автоматизации процессов химической промышленности протокол от «29» декабря 2021 № 3
Заведующий кафедрой

Л.А. Русинов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета информационных технологий и управления протокол от «29» декабря 2021 № 4
Председатель

В.В. Куркина

СОГЛАСОВАНО

Ответственный за направление подготовки «Автоматизация технологических процессов и производств»		О.А. Ремизова
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		М.З. Труханович
Начальник учебно-методического управления		С.Н. Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
3. Объем дисциплины.....	5
4. Содержание дисциплины.....	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	6
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины.....	6
4.3. Занятия лекционного типа.....	6
4.4. Занятия семинарского типа.....	7
4.4.1. Лабораторные работы.....	7
4.5. Самостоятельная работа обучающихся.....	8
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	8
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	8
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	9
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	9
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	10
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	10
10.1. Информационные технологии.....	10
10.2. Программное обеспечение.....	10
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	10
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	11
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	11
Приложение № 1.....	12

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

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
ПК-3. Способен выполнять патентные исследования в области автоматизации, разрабатывать план эксперимента, проводить обработку и формализацию информации, осуществлять разработку математического описания элементов и систем автоматизации в целом, формировать алгоритмическое обеспечение и системы автоматизации с целью улучшения показателей качества выпускаемой продукции.	ПК-3.7. Владеет методикой исследования задачи управления для получения рекомендаций по проведению работ, связанных с построением АСУ	Знать: основные принципы математического моделирования процессов химической технологии и построения оптимальных систем автоматического управления и основные методы построения математических моделей процессов химической технологии (ЗН-1). Уметь: обоснованно ставить задачи оптимального управления динамическими системами, находить оптимальные структуры построения автоматических систем и рассчитывать оптимальные режимы работы систем (У-1). Владеть: навыками расчетных и исследовательских приемов работы по данной дисциплине (Н-1).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам, формируемым участниками образовательных отношений программы бакалавриата (Б1.В.13) и изучается на 4 курсе.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Информатика», «Математика», «Теория автоматического управления», «Автоматизация технологических процессов и производств», «Теория вероятностей и математическая статистика». Полученные в процессе изучения дисциплины «Оптимизация задач в теории управления» знания, умения и навыки могут быть в научно-исследовательской работе обучающегося, при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	2/ 72
Контактная работа с преподавателем:	4
занятия лекционного типа	2
занятия семинарского типа, в т.ч.	2
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	-
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	2(2)
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	-
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	64
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	Кр1, Кр2
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачёт (4)

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.	Математические модели процессов и постановка задач оптимального управления	0,5		0,5	15	ПК-3	ПК-3.7
2.	Задачи статической оптимизации	0,5		0,5	15	ПК-3	ПК-3.7
3.	Оптимизация непрерывных динамических систем	0,5		0,5	15	ПК-3	ПК-3.7
4.	Оптимизация дискретных динамических систем	0,5		0,5	19	ПК-3	ПК-3.7
Итого		2		2	64		

4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1.	ПК-3.7	Математические модели процессов и постановка задач оптимального управления Задачи статической оптимизации Оптимизация непрерывных динамических систем Оптимизация дискретных динамических систем

4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1	<u>Математические модели процессов и постановка задач оптимального управления</u> Основные категории, взаимосвязь задач моделирования и оптимизации, типы математических моделей.	0,5	ЛВ
2	<u>Задачи статической оптимизации</u> Безусловная оптимизация, задачи оптимального управления при наличии ограничений	0,5	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	<u>Оптимизация непрерывных динамических систем</u> Принцип максимума, уравнение Беллмана, задачи быстрогодействия, стабилизации, терминального управления	0,5	ЛВ
4	<u>Оптимизация дискретных динамических систем</u> Переход к дискретному времени. Методы модального управления, апериодическое управление, метод компенсации. Уравнение Беллмана, принцип максимума.	0,5	ЛВ
Итого		2	

4.4. Занятия семинарского типа.

4.4.1. Лабораторные работы

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	<u>Математические модели процессов и постановка задач оптимального управления</u> Моделирование непрерывного процесса полимеризации низкомолекулярного силоксанового каучука	0,5	0,5	
2	<u>Задачи статической оптимизации</u> Изучение методов безусловной и условной оптимизации	0,5	0,5	
3	<u>Оптимизация непрерывных динамических систем</u> Исследование и оптимизация многосвязного объекта методом оптимального демпфирования переходных процессов	0,5	0,5	
4	<u>Оптимизация дискретных динамических систем</u> Выбор оптимальных настроек регулятора	0,5	0,5	
Итого		2	2	

4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Виды математических моделей для статической оптимизации, постановка задачи оптимального	15	Устный опрос №1
2	Теорема Куна-Таккера, необходимые условия существования седловой точки	10	Устный опрос №2
2	Основные понятия линейного программирования	5	Устный опрос №2
3,4	Принцип максимума Л. С. Понтрягина, принцип оптимальности Беллмана	15	Письменный опрос №2
3	Решение частных задач оптимального управления: максимального быстродействия, аналитического	5	Письменный опрос №2
4	Методы перехода от непрерывной модели динамики к дискретной модели	5	Устный опрос №2
4	Решение оптимальных задач дискретного управления	5	Устный опрос №2
4	Методы синтеза дискретных систем: модальное управление по состоянию и по выходу, аperiodиче-	4	Устный опрос №2

4.4.1 Темы и содержание контрольных работ

Предполагается написание письменных трех контрольных работ.

Контрольная работа № 1 «Линейное управление объектом» включает изучение методов использования ПИД законов в линейной теории. Контрольная работа № 1 выполняется после завершения лекционных занятий.

Контрольная работа № 2 «Метод последовательного компенсатора» включает изучение робастного управления в линейной и нелинейной теории. Контрольная работа № 2 выполняется после завершения лекционных занятий.

Контрольная работа № 3 "Проектирование нелинейных систем" включает изучение нелинейных методов управления в различных постановках. Контрольная работа № 3 выполняется после завершения лекционных занятий.

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: <https://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Зачёт предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче зачёта, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачёте:

1. Постановка задачи оптимального управления динамическим объектом.
2. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования.
3. Напишите градиентный алгоритм для минимизации целевой функции

$\varphi(x) = 1,5x^2 + 3x + 8x^2$ 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. Сотников, В. В. Основы теории управления. Базовый курс: учеб. пособие / В. В. Сотников, Л. Ф. Макарова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра систем автоматизированного проектирования и управления. – Санкт-Петербург: [б. и.], 2010. – 155 с.

2. Фокин, А. Л. Синтез линейных дискретных и импульсных систем автоматического регулирования (методические указания) / А. Л. Фокин, О. А. Ремизова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра автоматизации процессов химической промышленности. – Санкт-Петербург: [б. и.], 2009. – 18 с.

3. Фокин, А. Л. Увеличение быстродействия систем стабилизации технологических процессов: Метод. указания / А. Л. Фокин, О. А. Ремизова, И. В. Рудакова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра автоматизации процессов химической промышленности. – Санкт-Петербург: [б. и.], 2009. – 24 с.

4. Моделирование процесса полимеризации и управление при получении низкомолекулярного силоксанового каучука (методические указания) / А. Л. Фокин [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра автоматизации процессов химической промышленности. – Санкт-Петербург: [б. и.], 2010. – 19 с.

5. Теория автоматического управления: учебник для вузов / С. Е. Душин, Н. С. Зотов, Д. Х. Имаев [и др.] – Москва: Высшая школа, 2009. – 567 с. – ISBN 978-5-06-006126.

б) электронные учебные издания:

1. Оптимальное управление в технических системах. Практикум : учебное пособие / Е. А. Балашова, Ю. П. Барметов, В. К. Битюков, Е. А. Хромых. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. — 287 с. — ISBN 978-5-00032-307-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106785> (дата обращения: 07.06.2021). — Режим доступа: по подписке.

2. Бобиков, А. И. Оптимальные и диссипативные нелинейные системы управления / А. И. Бобиков. — Рязань : РГРТУ, 2014. — 113 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167992> (дата обращения: 07.06.2021). — Режим доступа: по подписке.

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

- учебный план, РПД и учебно-методические материалы:

<http://media.technolog.edu.ru>

- Электронная библиотека СПбГТИ(ТУ) (на базе ЭБС «БиблиоТех»)

Принадлежность – собственная СПбГТИ(ТУ).

Договор на передачу права (простой неисключительной лицензии) на использования результата интеллектуальной деятельности ООО «БиблиоТех»

ГК№0372100046511000114_135922 от 30.08.2011

Адрес сайта – <http://bibl.lti-gti.ru/>

Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как www.yandex.ru, www.google.ru, www.rambler.ru, www.yahoo.ru и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

С компьютеров института открыт доступ к:

www.elibrary.ru - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Оптимизация задач в теории управления» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

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

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 знания 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 ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение.

Для проведения занятий имеются персональные компьютеры с программным обеспечением:

- Microsoft Office Std, Академическая лицензия, sublicензионный договор №02(03)15 от 20.01.2015, с 20.01.2015 бессрочно;
- РТС Mathcad (ГК №19 от 13.10.08 г. на предоставление академической лицензии на MathCAD University Department Perpetual-200 Floating);
- MatLab (Simulink).

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

<http://prometeus.nse.ru> – база ГПНТБ СО РАН.

<http://borovic.ru> - база патентов России.

<http://1.fips.ru/wps/portal/Register> - Федеральный институт промышленной собственности

<http://gost-load.ru>- база ГОСТов.

<http://worldddofaut.ru/index.php> - база ГОСТов.

11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.

1. Для проведения занятий в интерактивной форме: кафедра автоматизации процессов химической промышленности, аудитория №13. 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Е. Оснащение: специализированная мебель (30 посадочных мест), доска, демонстрационный экран, компьютер.
2. Для проведения лабораторных занятий:
кафедра автоматизации процессов химической промышленности, лаборатория аудитория №18 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Е. Оснащение: специализированная мебель (24 посадочных места), доска, 12 компьютеров, сетевое оборудование.
3. Для самостоятельной работы студентов:
кафедра автоматизации процессов химической промышленности, помещение для самостоятельной работы, аудитория №14 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Е. Оснащение: специализированная мебель (20 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 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Оптимизация задач в теории управления»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-3	Способен выполнять патентные исследования в области автоматизации, разрабатывать план эксперимента, проводить обработку и формализацию информации, осуществлять разработку математического описания элементов и систем автоматизации в целом, формировать алгоритмическое обеспечение и системы автоматизации с целью улучшения показателей качества выпускаемой продукции.	промежуточный

2. 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)
ПК-3.7. Владеет методикой исследования задачи управления для получения рекомендаций по проведению работ, связанных с построением АСУ	Знает основные принципы математического моделирования процессов химической технологии и построения оптимальных систем автоматического управления и основные методы построения математических моделей процессов химической технологии (ЗН-1).	Правильные ответы на вопросы №1, 11-13, 27-30, 37-40 к зачету	Перечисляет основные методы построения математических моделей процессов химической технологии, правильно объясняет основные принципы построения оптимальных систем автоматического управления. Может применить эти знания для решения инженерных задач
	Умеет обоснованно ставить задачи оптимального управления динамическими системами, находить оптимальные структуры построения автоматических систем и рассчитывать оптимальные режимы работы систем (У-1).	Правильные ответы на вопросы №2-10, 14-25 к зачету	Решает оптимальные задачи оперативного управления. Путается в постановке задачи оптимального управления динамическими системами, нахождении оптимальных структур построения автоматических систем и расчёте оптимальных режимов работы систем. Путается в решении задачи анализа оптимальных систем управления
	Владеет навыками расчетных и исследовательских приемов работы по данной дисциплине (Н-1).	Правильные ответы на вопросы №26, 31-36 к зачету	Использует методы инженерных расчетов оптимальных систем управления технологическими процессами.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-3:

1. Необходимые и достаточные условия существования экстремума функции многих переменных.
2. Простой градиентный метод поиска экстремума функции.
3. Метод наискорейшего спуска.
4. Метод Ньютона.
5. Метод тяжелого шарика.
6. Метод сопряженных градиентов.
7. Метод Кифера-Вольфовица.
8. Метод Сакса.
9. Метод симплекс-планирования.
10. Решение системы линейных уравнений как задача поиска экстремума.
11. Идентификация на основе нейросетевых модельных структур.
12. Идентификация статического объекта.

13. Задачи планирования и оперативного управления в АСУТП. Виды ограничений.
14. Выпуклое и вогнутое программирование. Метод множителей Лагранжа.
15. Теорема Куна-Таккера.
16. Основные свойства задач линейного программирования.
17. Симплекс метод решения задач линейного программирования.
18. Начальное допустимое решение задачи линейного программирования при использовании симплекс метода. Понятие M-задачи.
19. Сведение задачи нелинейного программирования к задаче линейного программирования.
20. Приведение билинейной задачи к задаче линейного программирования.
21. Метод Эрроу-Гурвица-Удзава для решения задач нелинейного программирования.
22. Метод внутренней точки для решения задач нелинейного программирования.
23. Метод внешней точки для решения задач нелинейного программирования.
24. Метод квадратичного штрафа. Использование модифицированной функции Лагранжа.
25. Оперативное управление процессом приготовления сырьевой смеси.
26. Необходимое условие оптимальности для задач нелинейного программирования.
27. Дискретная модель непрерывной линейной динамической системы.
28. Оптимальное управление линейным дискретным объектом.
29. Принцип оптимальности Беллмана. Динамическое программирование.
30. Функция Беллмана-Ляпунова и ее использование для решения задачи динамического программирования.
31. Принцип максимума Л. С. Понтрягина.
32. Доказательство принципа максимума Л. С. Понтрягина.
33. Задача максимального быстродействия для непрерывного линейного динамического объекта.
34. Использование принципа максимума для решения задач оптимизации линейной системы с квадратичным интегральным критерием качества.
35. Задача терминального управления для линейного непрерывного объекта.
36. Получение уравнения Беллмана для непрерывной задачи оптимального управления.
37. Оптимальное управление линейным дискретным объектом.
38. Принцип оптимальности Беллмана. Динамическое программирование.
39. Функция Беллмана-Ляпунова и ее использование для решения задачи динамического программирования.
40. Решение линейно-квадратичной дискретной задачи оптимального управления методом динамического программирования.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачёта. Шкала оценивания на зачёте – «зачёт», «незачёт». При этом «зачёт» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.