

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 26.06.2023 13:33:40
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Ремонт и техническое обслужи-
вание медицинской техники»



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»**
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«УПРАВЛЕНИЕ В БИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ»

для подготовки бакалавров

по направлению

12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»

по профилю

«Ремонт и техническое обслуживание медицинской техники»

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

профессор, д.т.н., профессор Манило Л.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БТС
14.05.2019, протокол № 3

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФИБС, 30.05.2019, протокол № 9

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФИБС
Обеспечивающая кафедра	БТС
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	3
Курс	4
Семестр	7
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	17
Практические занятия (академ. часов)	34
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	52
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	56
Всего (академ. часов)	108
Вид промежуточной аттестации	
Экзамен (семестр)	7

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«УПРАВЛЕНИЕ В БИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ»

В здравоохранении большая роль отводится организации управления лечебно-профилактическим обслуживанием населения, разработке новых методов управления лечебным процессом, построению автоматизированных диагностических и лечебных комплексов. Создание перспективных методов и систем для решения таких задач невозможно без знания основ теории управления, особенностей управления в живом организме, принципов автоматизации процессов управления состоянием биообъекта. Учебная дисциплина "Управление в биотехнических системах" даст студентам необходимые знания и научит их практическому использованию при разработке сложных биотехнических систем и решении задач оптимизации управления в автоматизированных системах управления медицинского назначения.

SUBJECT SUMMARY

«CONTROL IN BIOTECHNICAL SYSTEMS»

In healthcare, a large role is assigned to the organization of management of medical and preventive services for the population, the development of new methods of managing the treatment process, the construction of automated diagnostic and treatment complexes. The creation of promising methods and systems for solving such problems is impossible without knowledge of the basics of control theory, the features of control in a living organism, the principles of automation of the processes of managing the state of a biological object. The academic discipline "Management in biotechnical systems" will give students the necessary knowledge and teach them practical use in the development of complex biotechnical systems and solving problems of optimizing management in medical automated control systems.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Дисциплина направлена на формирование у обучающихся теоретических знаний о принципах и математических методах автоматического и автоматизированного управления, применяемых при создании биотехнических систем различного назначения, формирование умения и практических навыков разработки автоматизированных систем управления здравоохранением.

2. Задачи дисциплины:

Формирование теоретических знаний, основанных на изучении принципов и математических методов, применяемых в задачах организации здравоохранения, диагностики и управления состоянием человека.

Формирование умения обосновывать выбор конкретных способов оптимизации управления в биотехнической системе различного назначения.

Формирование практических навыков расчёта оптимальных управляющих решений в биотехнических автоматизированных системах, создания автоматизированных систем управления здравоохранением.

3. Знание принципов автоматизации процессов управления в здравоохранении, основных математических методов исследования операций, методов оптимизации управляющих решений в автоматизированных системах управления здравоохранением.

4. Умение проводить исследования динамических моделей биотехнических систем управления, производить расчеты оптимальных управляющих решений в автоматизированных системах управления здравоохранением.

5. Практические навыки владения методами расчета оптимальных управляющих решений в биотехнических автоматизированных системах, методами построения динамических моделей биотехнических систем, применяемых в зада-

чах организации здравоохранения, диагностики и управления состоянием человека.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Математический анализ»
2. «Теория случайных процессов»
3. «Физиология человека с основами патологии»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Медицинские приборы, аппараты, системы и комплексы»
2. «Основы организации научных исследований»
3. «Программные средства обработки биомедицинских данных»

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

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ОПК-3	Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики биотехнических систем и технологий
<i>ОПК-3.2</i>	<i>Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов</i>
ОПК-4	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
<i>ОПК-4.1</i>	<i>Использует современные информационные технологии и программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности</i>

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	0.5			
2	Автоматизация процессов управления в здравоохранении	1			6
3	Основные модели исследования операций	2	4		10
4	Оптимизация управляющих решений методами линейного программирования	2	4		8
5	Вычислительные методы решения задачи линейного программирования	3	4		8
6	Оптимизация управляющих решений методом динамического программирования	1	8		8
7	Решение задач динамического программирования в условиях неопределенности	2	6		6
8	Оптимизация плана лечения в практических медицинских задачах	2		1	5
9	Применение теории игр в медицинских задачах	3	8		5
10	Заключение	0.5			
	Итого, ач	17	34	1	56
	Из них ач на контроль	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	108/3			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Предмет дисциплины и его задачи. Значение развития теории управления для синтеза систем автоматического управления физиологическими функциями организма. Роль автоматических и автоматизированных систем управления в здравоохранении. Структура содержания дисциплины и ее связь с другими дисциплинами учебного плана. Характеристика литературных источников.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
2	Автоматизация процессов управления в здравоохранении	Процесс управления и АСУ. Типы АСУ с разной глубиной автоматизации. Автоматизация процесса принятия решений. Классификация АСУ. Информационное, математическое и техническое обеспечение АСУ. Принципы построения и задачи АСУ "Здравоохранение". Задача сбора и обработки данных о лечебной деятельности больничных стационаров. Автоматизация управления больничным стационаром и амбулаторно-поликлиническим учреждением. Комплекс задач подсистемы управления эпидемиологическим обслуживанием населения. Управление лечебным процессом. Особенности автоматизации принятия врачебных решений в медицине. Выработка оптимального плана лечения.
3	Основные модели исследования операций	Математические модели операции: статистические, аналитические. Исследование операций – математическая основа обоснования оптимальных решений. Задачи исследования операций: детерминированный случай, оптимизация решений в условиях неопределенности. Оценка операции по нескольким показателям. Пример выбора плана лечения в зависимости от условий решения оптимизационной задачи.
4	Оптимизация управляющих решений методами линейного программирования	Основная задача линейного программирования. Допустимые и оптимальные решения. Свободные и базисные переменные. Геометрическая интерпретация решения задачи в двумерном пространстве. Условия существования области допустимых решений. Условия существования одного и множества оптимальных решений, а также отсутствия решения основной задачи линейного программирования. Опорное решение, его роль при поиске оптимального решения. Интерпретация решения основной задачи в n-мерном случае. Переход от задачи линейного программирования с ограничениями-неравенствами к основной задаче и обратно.
5	Вычислительные методы решения задачи линейного программирования	Симплекс-метод решения задачи линейного программирования. Поиск опорного решения методом обмена свободных и базисных переменных. Условие нахождения оптимального решения. Табличный алгоритм замены базисных переменных. Правила выбора разрешающих элементов при поиске опорных и оптимальных решений. Отыскание опорного решения и оптимальных решений с помощью табличного алгоритма. Разработка комплексной лекарственной терапии, выработка планов оптимального массового лечения методом линейного программирования.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
6	Оптимизация управляющих решений методом динамического программирования	Задачи динамического программирования как процесса управления. Управление многошаговым процессом. Шаговое управление. Принцип оптимальности. Общая постановка задачи динамического программирования. Интерпретация управления в фазовом пространстве. Основное функциональное уравнение динамического программирования. Методы решения задач динамического программирования. Управление на сетке. Решение задач динамического программирования с использованием ориентированного графа.
7	Решение задач динамического программирования в условиях неопределенности	Вероятностное программирование. Основное рекуррентное уравнение при наличии неопределенностей в переходах на сетке или ориентированном ациклическом графе. Алгоритм выбора множества оптимальных управляющих воздействий, обеспечивающих минимизацию средних временных затрат. Динамическое планирование оптимальной лекарственной терапии методом динамического программирования. Примеры управления состоянием организма в биотехнических системах на основе динамического программирования.
8	Оптимизация плана лечения в практических медицинских задачах	Методы оценки текущего состояния пациента в ходе длительного лечения. Роль биомедицинских сигналов в задачах оптимизации лечения. Выбор информативных параметров для диагностики текущего состояния и прогнозирования развития болезни. Методы оптимизации лечения на основе анализа временных и спектральных характеристик биомедицинских сигналов. Роль методов нелинейного анализа временных рядов при принятии врачебных решений.
9	Применение теории игр в медицинских задачах	Задачи теории игр и статистических решений. Основные понятия теории игр. Конфликтная ситуация. Оптимальная стратегия. Нижняя и верхняя цена игры. Принцип минимакса. Решение игр в смешанных стратегиях. Игры 2×2 , $2 \times n$, $m \times 2$ и их решение. Решение игр $m \times n$ посредством их сведения к задаче линейного программирования. Элементы теории статистических решений. Критерии принятия решения в условиях неопределенности. Применение теории игр для оптимизации клинических решений в хирургии. Минимизация риска хирургического вмешательства в онкологии.
10	Заключение	Основные направления дальнейшего развития и практического использования систем управления при разработке и анализе биологических и биотехнических систем. Перспективы использования автоматизированных систем управления в биомедицинских исследованиях и клинической практике.

4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Геометрический способ решения задач линейного программирования	4
2. Распределение специализированных бригад скорой помощи по категориям больных	4
3. Симлекс-метод решения основной задачи линейного программирования	4
4. Табличный алгоритм замены переменных	4
5. Управление переводом организма из начального состояния в конечное методом динамического программирования	4
6. Решение задач динамического программирования в условиях неопределенности	4
7. Применение теории игр для оптимизации клинических решений в хирургии	4
8. Решение игровых задач (mxn) с применением линейного программирования	6
Итого	34

4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Предлагается решение двух практических задач здравоохранения с использованием методов линейного программирования, динамического программирования, теории игр. Все они наполнены медицинским содержанием (выработка оптимального плана массового лечения, разработка комплексной лекарственной терапии, управление переходом организма в нормальное состояние, мини-

мизация риска хирургического вмешательства). Имеется учебное пособие, позволяющее студентам выполнить задания самостоятельно.

Требования к ИДЗ включает написание пояснительной записки, в которой обосновывается выбор конкретного метода оптимизации управления, приводятся все расчёты основных параметров управления, дается графический материал, иллюстрирующий результат управления. Оформление работы по общепринятым в университете «Требования к оформлению научно-технических отчетов». Количество страниц не ограничено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	5
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	6
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	4
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	6
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	0
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	35
ИТОГО СРС	56

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Немирко, Анатолий Павлович. Методы исследования операций в диагностике и управлении состоянием человека [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. бакалавров и магистров 200300 (553400) "Биомедицинская инженерия" / А.П. Немирко, Л.А. Манило, 2009. -95 с.	52
2	Немирко, Анатолий Павлович. Математический анализ биомедицинских сигналов и данных [Текст] / А. П. Немирко, Л. А. Манило, А. Н. Калинин-ченко, 2017. -246 с.	36
3	Вентцель, Елена Сергеевна. Исследование операций: задачи, принципы, методология [Текст] : монография / Е.С.Вентцель, 1988. -207 с.	92
4	Обработка биомедицинских сигналов с использованием программного пакета LabVIEW [Текст] : метод. указания к выполнению лабораторных и практ. работ / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ" (Санкт-Петербург), 1998. -31 с.	9
5	Ахутин, Владимир Михайлович. Оптимизация принятых решений в АСУ здравоохранения [Текст] : Учеб. пособие / В.М. Ахутин; А.П. Немирко, Л.А. Манило, 1989. -63 с.	73
Дополнительная литература		
1	Таха, Хэмди А. Введение в исследование операций [Текст] : монография / Х.А.Таха; [Пер.с англ. В.Ю.Тюпти, А.А.Минько], 2001. -911 с.	10

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Трухан А. А., Ковтуненко В. Г. Линейная алгебра и линейное программирование: Учебное пособие. https://e.lanbook.com/book/212519
2	Блюм П. LabVIEW: стиль программирования https://e.lanbook.com/book/1094

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=12019>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Управление в биотехнических системах» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: экзамен.

Экзамен

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок теорем
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

Особенности допуска

Допуск к экзамену студент получает при выполнении им 2 контрольных работ с оценкой не ниже, чем "удовлетворительно" и подготовки ИДЗ.

Экзамен проводится в устной форме по билетам, в билете 3 вопроса.

Оценка по дисциплине определяется как среднее арифметическое двух оценок - за экзамен и ИДЗ. В пограничном случае решающее значение имеет экзаменационная оценка.

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Операция, математические модели операции: детерминированный случай, оптимизация решений в условиях неопределенности. Оценка операции по нескольким показателям.
2	Формулировка основной задачи линейного программирования (ОЗЛП).
3	Условия существования допустимых решений ОЗ (ДР-ОЗ). Способы нахождения оптимальных решений ОЗЛП.
4	Геометрическая интерпретация решения ОЗЛП (двумерный, трехмерный случай).
5	Основные этапы решения ОЗЛП симплекс-методом.
6	Задача ЛП с ограничениями -неравенствами. Переход от нее к основной задаче.
7	Правило отыскания опорного решения задачи ЛП на основе табличного алгоритма замены переменных.
8	Правило отыскания оптимального решения задачи ЛП на основе табличного алгоритма замены переменных.
9	Метод динамического программирования (ДП). Принцип оптимальности, основное рекуррентное уравнение ДП.
10	Алгоритм решения задачи управления состоянием организма методом ДП.
11	Решение задачи управления переходом организма в нормальное состояние в условиях неопределенности.
12	Игровые методы обоснования решений. Основные понятия теории игр. Платежная матрица (ПМ).
13	Нижняя и верхняя цена игры. Принцип минимакса.
14	Игры с седловой точкой. Решение игры, основное свойство решения игры.
15	Решение игры в смешанных стратегиях. Теорема об активных стратегиях.
16	Игры 2x2 и их решение в смешанных стратегиях.
17	Геометрическая интерпретация решений игры 2x2.
18	Решение игр 2xn.

19	Решение игр $m \times 2$.
20	Решение игр $m \times n$.

Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический
 университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина Управление в биотехнических системах

1. Условия существования допустимых решений ОЗ (ДР-ОЗ). Способы нахождения оптимальных решений ОЗЛП.
2. Решение задачи управления переходом организма в нормальное состояние в условиях неопределенности.
3. Игры 2×2 и их решение в смешанных стратегиях.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

И.И. Иванов

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Контрольная работа «Управление в БТС»

1. Укажите основные отличия симплекс-метода и геометрического метода поиска оптимальных решений методом линейного программирования. Определите условия, при которых решение является оптимальным.
2. Методом динамического программирования решите задачу поиска оптимальной траектории перевода организма из начального состояния в конечное (приводится конкретный ориентированный ациклический граф)

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
4	Основные модели исследования операций	
5	Оптимизация управляющих решений методами линейного программирования Вычислительные методы решения задачи линейного программирования	Контрольная работа
6	Оптимизация управляющих решений методом динамического программирования	
7		
8	Решение задач динамического программирования в условиях неопределенности Применение теории игр в медицинских задачах	Контрольная работа
9	Оптимизация плана лечения в практических медицинских задачах	
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ

6.4 Методика текущего контроля

Текущий контроль **на лекционных занятиях** включает в себя:

- контроль посещаемости (не менее 70% занятий),
- выполнение **двух контрольных работ**, каждый из вариантов которых содержит по два вопроса.

Оценка выставляется по следующим критериям:

- оценка "отлично" ставится за все правильные ответы,
- оценка "хорошо" за недочёте в ответах, недостаточно чёткие и полные ответы;
- оценка "удовлетворительно" за один правильный ответ,
- оценка "неудовлетворительно" при отсутствии правильных ответов.

Текущий контроль **практических занятий** включает в себя:

- контроль посещаемости (не менее 70 % занятий),
- выполнение двух практических задач, каждая из которых оценивается отдельно.

Оценки по **ИДЗ** выставляется по следующим критериям:

- «отлично» - задачи решены правильно и в соответствии с заданием;
- «хорошо» - задачи решены правильно, но оформлена работа не в соответствии с требованиями преподавателя; либо имеются некоторые несущественные ошибки;
- «удовлетворительно» - в работе имеются существенные ошибки, но в целом задание выполнено;
- «неудовлетворительно» - задание не выполнено совсем или выполнено с существенными ошибками.

Оценка по дисциплине выставляется как среднеарифметическая величина по результатам решения двух практических задач (индивидуальное домашнее задание), написания двух контрольных работ и экзаменационной оценки.

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя. Проектор, экран, компьютер, маркерная или меловая доска.	Windows XP и выше; Microsoft Office 2007 и выше.
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя. Проектор, экран, компьютер, маркерная или меловая доска.	Windows XP и выше; Microsoft Office 2007 и выше.
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	Windows XP и выше; Microsoft Office 2007 и выше

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА
1	31.08.2020	РПД актуальна	протокол №10 от 31.08.2020 г.	профессор, Л.А. Манило	
2	19.05.2021	РПД актуальна	протокол №8 от 19.05.2021 г.	профессор, Л.А. Манило	
3	18.05.2022	РПД актуальна	протокол №8 от 18.05.2022 г.	профессор, Л.А. Манило	