

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Страхов С.Ю.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Направление/специальность подготовки	24.05.06 Системы управления летательными аппаратами
Специализация/профиль/программа подготовки	Системы управления ракет
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	И Информационных и управляющих систем
Выпускающая кафедра	И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра-разработчик рабочей программы	И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	7	3	108	51	34	0	17	57	0	0	57	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

24.05.06 Системы управления летательными аппаратами

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ _____

Митин Фёдор Васильевич, к.т.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Заведующий кафедрой Сырцев А.Н., д.воен.н., снс _____

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Заведующий кафедрой Сырцев А.Н., д.воен.н., снс _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-6 — Способен проводить системный анализ, разрабатывать варианты решения проблемы, определять оптимальные решения в условиях многокритериальности, неопределенности с использованием методов теории принятия решений и искусственного интеллекта

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-6

знания:

основ оптимального управления системами;;

умения:

решать задачи анализа и синтеза технических систем;;

навыки:

умение применять алгоритмы оптимизации для решения задач управления с учетом ограничений при имитационном моделировании;.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению 24.05.06 *Системы управления летательными аппаратами*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ОСНОВЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **СОВРЕМЕННАЯ ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ПК-6 — Способен проводить системный анализ, разрабатывать варианты решения проблемы, определять оптимальные решения в условиях многокритериальности, неопределенности с использованием методов теории принятия решений и искусственного интеллекта
- УК-1 — Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПК-6
4	7	Раздел 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЗАДАЧ. 1.1. Основные понятия. 1.2. Порядок решения экстремальных задач.	22	12	8	4	10	25
4	7	Раздел 2. ДИНАМИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ. 2.1. Постановка задачи оптимального управления. 2.2. Функционал, его свойства, необходимые и достаточные условия достижения экстремума. 2.3. Вариационные задачи на безусловный экстремум. 2.4. Вариационные задачи на условный экстремум. 2.5. Каноническая форма уравнений Эйлера. Принцип максимума. 2.6. Практические примеры применения принципа максимума.	26	12	8	4	14	25
4	7	Раздел 3. МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ. 3.1. Метод Ньютона для решения краевой задачи, возникающей из принципа максимума. 3.2. Метод Крылова-Черноусько. 3.3. Динамическое программирование. 3.4. Оптимизация по критерию Красовского, алгоритм с прогнозирующей моделью. 3.5. Инвариантные системы. 3.6. Условия оптимальности Кротова.	27	12	8	4	15	25
4	7	Раздел 4. Проблемы синтеза оптимального управления. 4.1. Управление системами с оптимальной коррекцией структуры управления. 4.2. Оптимальное управление с самоорганизацией модели. 4.3. Алгоритм последовательной оптимизации. 4.4. Аналитическое конструирование оптимального регулятора.	33	15	10	5	18	25
Всего за 7 семестр			108	51	34	17	57	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЗАДАЧ.	Численные методы интегрирования системы дифференциальных уравнений: примеры 1 и 2	1
2		Численные методы интегрирования системы дифференциальных уравнений: примеры 3 и 4 и 5	1
3		Экстремум функции	2
4	Раздел 2. ДИНАМИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ.	Вариационные задачи на безусловный экстремум	1
5		Условия трансверсальности	1
6		Вариационные задачи на условный экстремум	1
7		Практические примеры применения принципа максимума	1
8	Раздел 3. МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ.	Метод Ньютона для решения краевой задачи	1
9		Метод Крылова-Черноусько	1
10		Оптимизация по критерию Красовского, алгоритм с прогнозирующей моделью.	1
11		Инвариантные системы.	1
12	Раздел 4. Проблемы синтеза оптимального управления.	Сдача домашнего задания	1
13		Контрольная работа	1
14		Оптимальное управление реактором. Метод Ньютона.	1
15		Модальное управление для системы стабилизации	2
Всего за 7 семестр			17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№	Номер и наименование раздела	Содержание учебного задания	Объем,
---	------------------------------	-----------------------------	--------

п/п	дисциплины		часов
1	Раздел 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЗАДАЧ.	Подготовка к практическим занятиям. Подбор литературы по домашнему заданию.	10
2	Раздел 2. ДИНАМИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ.	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка домашнего задания. Изучение литературы по разделу.	14
3	Раздел 3. МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ.	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка домашнего задания. Изучение рекомендуемой литературы.	15
4	Раздел 4. Проблемы синтеза оптимального управления.	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка домашнего задания. Подготовка к контрольной работе.	18
Всего за 7 семестр			57

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7				ОС, ТекК	Контр.Р.	ДР			ОС, ТекК	ДР	Контр.Р.				ДЗ	ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ОС – устный опрос студентов;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- ДЗ – домашнее задание;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- устный опрос студентов;
- вопросы для текущего контроля;
- контрольная работа;
- домашнее задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. О. А. Толпегин. . Области достижимости летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, 70 экз.
2. О. А. Толпегин. . Методы оптимального управления. М.: Юрайт, 2021, эл. рес.
3. С. А. Кабанов. . Управление системами на прогнозирующих моделях. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1997, 55 экз.
4. С. А. Кабанов. . Оптимизация динамики систем при действии возмущений. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008, 71 экз.
5. С. А. Кабанов, Д. С. Кабанов. . Задачи управления с оптимизацией параметров прогнозирующих моделей. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 33 экз.
6. С. А. Кабанов, Д. С. Кабанов. . Задачи управления с оптимизацией параметров прогнозирующих моделей. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. В. В. Малышев, М. Н. Красильщиков, В. И. Карлов. . Оптимизация наблюдения и управления летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1989, 3 экз.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <https://repository.library.voenmeh.ru/jsrui/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
4. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
5. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
6. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. MATLAB R 2015a.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Проектор;
2. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся;
3. MATLAB R 2015a.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.06 Системы управления летательными аппаратами*. Дисциплина реализуется на факультете И Информационных и управляющих систем БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-6 Способен проводить системный анализ, разрабатывать варианты решения проблемы, определять оптимальные решения в условиях многокритериальности, неопределенности с использованием методов теории принятия решений и искусственного интеллекта.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с алгоритмами оптимального управления и их практическим применением.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- устный опрос студентов;
- вопросы для текущего контроля;
- контрольная работа;
- домашнее задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЗАДАЧ.		
Подготовка к практическим занятиям. Подбор литературы по домашнему заданию.	С. А. Кабанов. . Управление системами на прогнозирующих моделях: СПб.: Изд-во СПбГУ, 1997 (приложение 3) С. А. Кабанов. . Оптимизация динамики систем при действии возмущений: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008 (раздел 1.1. 1.2.)	10
Итого по разделу 1		10
Раздел 2. ДИНАМИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ.		
Подготовка к практическим занятиям. Подготовка домашнего задания. Изучение литературы по разделу.	С. А. Кабанов. . Оптимизация динамики систем при действии возмущений: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008 (приложение А) О. А. Толпегин. . Области достижимости летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (глава 3) С. А. Кабанов. . Управление системами на прогнозирующих моделях: СПб.: Изд-во СПбГУ, 1997 (раздел 1.1,1.2,1.3, 1.5,1.4, 1.6,1.7,2.8.) О. А. Толпегин. . Методы оптимального управления: М.: Юрайт, 2021 (часть 1,2) С. А. Кабанов, Д. С. Кабанов. . Задачи управления с оптимизацией параметров прогнозирующих моделей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (раздел 1)	14
Итого по разделу 2		14
Раздел 3. МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ.		
Подготовка к практическим занятиям. Подготовка домашнего задания. Изучение рекомендуемой литературы.	С. А. Кабанов. . Управление системами на прогнозирующих моделях: СПб.: Изд-во СПбГУ, 1997 (раздел 1.10) В. В. Малышев, М. Н. Красильщиков, В. И. Карлов. . Оптимизация наблюдения и управления летательных аппаратов: М.: Машиностроение, 1989 (глава 3) Ф. Л. Черноусько, И. М. Ананьевский, С. А. Решмин. Методы управления нелинейными механическими системами: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006 (глава 3)	15
Итого по разделу 3		15
Раздел 4. Проблемы синтеза оптимального управления.		
Подготовка к практическим занятиям. Подготовка домашнего	С. А. Кабанов. . Управление системами на прогнозирующих моделях: СПб.: Изд-во СПбГУ,	18

<p>задания. Подготовка к контрольной работе.</p>	<p>1997 (раздел 5) О. А. Толпегин. . Методы оптимального управления: М.: Юрайт, 2021 (часть 3) С. А. Кабанов. . Оптимизация динамики систем при действии возмущений: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008 (раздел 6.4) О. А. Толпегин. . Области достижимости летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (раздел 3) С. А. Кабанов, Д. С. Кабанов. . Задачи управления с оптимизацией параметров прогнозирующих моделей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (раздел 1)</p>	
<p>Итого по разделу 4</p>		<p>18</p>

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- устный опрос студентов;
- контрольная работа;
- домашнее задание;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Вопросы для текущего контроля

Верное решение экстремальных задач

Устный опрос студентов

Способность решать экстремальные задачи

Контрольная работа

Удовлетворительно ставится при верном определении постановки задачи.

Хорошо ставится при верном определении метода решения и выполнении условия для "удовлетворительно".

Отлично ставится при верном определении конечного результата и при выполнении условия для "удовлетворительно" и "хорошо"

Домашнее задание

Отчет по домашнему заданию должен содержать полное решение согласованной с преподавателем в начале семестра задачи.

Предусмотрена защита домашнего задания в форме ответов на вопросы по его содержанию.

Примеры домашнего задания и типовые задачи представлены в УМК дисциплины.

Дифференцированный зачет

Допуск к зачету осуществляется при выполнении всех контрольных мероприятий в семестре.

Зачтено-отлично ставится при полном выполнении домашнего задания.

Зачтено-хорошо ставится при полном выполнении первой части домашнего задания и неполного решения второй части.

Зачтено-удовлетворительно ставится при выполнении первой части домашнего задания. Или при выполнении всех контрольных мероприятий в семестре в срок.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПК-6		
4	7	Раздел 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЗАДАЧ.	22	12	8	4	10	25		Устный опрос студентов, Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 2. ДИНАМИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ.	26	12	8	4	14	25		Контрольная работа, Устный опрос студентов
4	7	Раздел 3. МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ.	27	12	8	4	15	25		Домашнее задание
4	7	Раздел 4. Проблемы синтеза оптимального управления.	33	15	10	5	18	25		Домашнее задание, Контрольная работа
Всего за 7 семестр			108	51	34	17	57	100		
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100		

ПК-6 - Способен проводить системный анализ, разрабатывать варианты решения проблемы, определять оптимальные решения в условиях многокритериальности, неопределенности с использованием методов теории принятия решений и искусственного интеллекта

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
 Напишите алгоритм решения задачи оптимального управления на основе принципа максимума Понтрягина для объекта управления заданного системой дифференциальных уравнений и квадратичным критерием.
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
 Опишите основные отличия принципа максимума от метода динамического программирования
- № 3 Прочитайте текст и установите соответствие
 Укажите соответствующий функционал для каждой из задач

Тип двигателя	Назначение
---------------	------------

- | | |
|--------------------|----|
| 1. Задача Лагранжа | А. |
| 2. Задача Майера | Б. |
| 3. Задача Больца | В. |
| | Г. |

$$J(X, U) = t_1 - t_0 = \int_{t_0}^{t_1} dt \rightarrow \min$$

- № 4 Прочитайте текст и установите соответствие
 Укажите соответствующие численные методы интегрирования дифференциальных уравнений

Тип двигателя	Назначение
---------------	------------

- | | |
|--------------------------------|--|
| 1. Метод Эйлера | <p>А. $x(i+1) = x(i) + K(i)$,</p> <p>где $x(i)$ - значение функции в i момент времени, h - шаг интегрирования</p> <p>$K(i) = (K_{i1} + K_{i2})/2$, $K_{i1} = f(x_i, t_i) \cdot h$, $K_{i2} = f(x_i + K_{i1}, t_i + h) \cdot h$</p> <p>Б. $x_{i+1} = x_i + K_i$,</p> <p>где $x(i)$ - значение функции в i момент времени, h - шаг интегрирования</p> |
| 2. Метод Эйлера-Коши | <p>$K_i = 1/6 \cdot (K_{i1} + 2 \cdot K_{i2} + 2 \cdot K_{i3} + K_{i4})$,</p> <p>$K_{i1} = f(x_i, t_i) \cdot h$, $K_{i2} = f(x_i + K_{i1}/2, t_i + h/2) \cdot h$,</p> <p>$K_{i3} = f(x_i + K_{i2}/2, t_i + h/2) \cdot h$, $K_{i4} = f(x_i + K_{i3}, t_i + h) \cdot h$</p> <p>В. $x_{i+1} = x_i$</p> |
| 3. Метод Рунге-Кутты 4 порядка | <p>где $x(i)$ - значение функции в i момент времени, h - шаг интегрирования</p> <p>Г. $x(i+1) = x(i) + h \cdot f(x(i), t(i))$, где $x(i)$ - значение функции в i момент времени, h - шаг интегрирования</p> |

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите правильную последовательность шагов алгоритма метода Ньютона для решения задачи оптимизации:

- 1) Вычисление вектора направления спуска $p[k] = -H^{-1}(x[k])f'(x[k])$
- 2) Проверка условий выхода из итерационного процесса
- 3) Вычисление значения функции в новой точке $f(x[k+1])$
- 4) Определение начальной точки $x[0]$
- 5) Вычисление новой точки $x[k+1]$ и шага ak

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите правильную последовательность шагов метода последовательных приближений Крылова-Черноусько:

- 1) Решение основной и сопряженной систем в прямом времени
- 2) Расчёт значения сопряженных переменных в конечный момент времени
- 3) Определение начального состояния системы и выбор начального управления
- 4) Проверка условия окончания итерационного процесса
- 5) Интегрирование сопряженной системы дифференциальных уравнений в обратном времени
- 6) Выбор критерия окончания итерационного процесса
- 7) Поиск нового управления, исходя из условия максимизации функции Гамильтона

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Кто разработал принцип максимума для оптимальности по быстродействию?

1. Понтрягин Л.С.
2. Королев С.П.
3. Циолковский К.Э.
4. Черноусько Ф.Л.

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Укажите второе необходимое условие для достижения **максимума** функционала

- 1.оба варианта верны
- 2.
- 3.
- 4.оба варианта неверны

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Укажите первое необходимое условие достижения локального экстремума функционала

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие бывают задачи в зависимости от ограничений, накладываем на вектор состояния и вектор управления?

1. Безусловный экстремум
2. Управляемые
3. Условный экстремум
4. Изопериметрические

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

В общем виде модель объекта управления задается системой обыкновенных дифференциальных уравнений как

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Канонические уравнения движения имеют вид

- 1.

$$\dot{p}_i = -\frac{\partial H}{\partial x_i}$$

- 2.

$$\dot{x}_i = \frac{\partial H}{\partial p_i}$$

- 3.

$$\dot{p}_i = \frac{\partial H}{\partial x_i}$$

- 4.

$$\dot{x}_i = -\frac{\partial H}{\partial p_i}$$