

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 (подпись) **Юнаков Л. П.**  
 ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ИГРОВЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

Направление/специальность подготовки	24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектная баллистика ракет и космических систем
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

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	
5	9	4	144	68	34	0	34	76	0	0	76	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники**

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ  
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Толпегин Олег Александрович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Толпегин О.А., д.т.н., проф.

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Толпегин О.А., д.т.н., проф.

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ИГРОВЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ**

### **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:

ОПК-6 — способность разрабатывать физические и математические модели объектов космических и ракетно-транспортных систем, и процессов их управления
ПСК-2 — способность разрабатывать методики исследования баллистических и динамических характеристик при моделировании траекторий полетов
ПСК-5 — способность разрабатывать структуры систем управления БПЛА
ПСК-6 — способность разрабатывать и исследовать алгоритмы функционирования системы управления БПЛА

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ОПК-6**

*знания:*

- знать методы теории игр и теории дифференциальных игр;
- знать разновидности постановки игровых задач управления, критерии оптимальности;
- знать аналитические и численные методов анализа математических моделей летательных

аппаратов различных классов;

*умения:*

- уметь грамотно ставить и решать задачи оптимального управления в игровой постановке;
- выполнять математическое моделирование;

*навыки:*

- составления алгоритмов и программ для численного решения задач оптимального управления в игровой постановке;
- составления алгоритмов и программ для синтеза оптимального управления движением беспилотных летательных аппаратов при наличии неопределенностей;
- практического использования полученных знаний при баллистическом проектировании ракет и космических аппаратов.

## **ПСК-2**

*знания:*

- знать методы теории игр и теории дифференциальных игр;
- знать разновидности постановки игровых задач управления, критерии оптимальности;
- знать аналитические и численные методов анализа математических моделей летательных

аппаратов различных классов;

*умения:*

- уметь грамотно ставить и решать задачи оптимального управления в игровой постановке;
- выполнять математическое моделирование;

*навыки:*

- составления алгоритмов и программ для численного решения задач оптимального управления в игровой постановке;
- составления алгоритмов и программ для синтеза оптимального управления движением беспилотных летательных аппаратов при наличии неопределенностей;
- практического использования полученных знаний при баллистическом проектировании ракет и космических аппаратов.

## **ПСК-5**

*знания:*

- знать методы теории игр и теории дифференциальных игр;
- знать разновидности постановки игровых задач управления, критерии оптимальности;
- знать аналитические и численные методов анализа математических моделей летательных

аппаратов различных классов;

*умения:*

- уметь грамотно ставить и решать задачи оптимального управления в игровой постановке;
- выполнять математическое моделирование;

*навыки:*

- составления алгоритмов и программ для численного решения задач оптимального управления в игровой постановке;
- составления алгоритмов и программ для синтеза оптимального управления движением беспилотных летательных аппаратов при наличии неопределенностей;
- практического использования полученных знаний при баллистическом проектировании ракет и космических аппаратов.

## **ПСК-6**

*знания:*

- знать методы теории игр и теории дифференциальных игр;
- знать разновидности постановки игровых задач управления, критерии оптимальности;
- знать аналитические и численные методов анализа математических моделей летательных аппаратов различных классов;

*умения:*

- уметь грамотно ставить и решать задачи оптимального управления в игровой постановке;
- выполнять математическое моделирование;

*навыки:*

- составления алгоритмов и программ для численного решения задач оптимального управления в игровой постановке;
- составления алгоритмов и программ для синтеза оптимального управления движением беспилотных летательных аппаратов при наличии неопределенностей;
- практического использования полученных знаний при баллистическом проектировании ракет и космических аппаратов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ИГРОВЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.05.04 *Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, ОСНОВЫ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ В БАЛЛИСТИКЕ, МЕТОДЫ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ И КОСМИЧЕСКИМИ АППАРАТАМИ, ДИНАМИКА ДВИЖЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, ТЕОРИЯ ПОЛЕТА КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, ТАУ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА, СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, навыки теоретического и экспериментального исследования для решения различных задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен проводить системный и критический анализ мировых достижений в области ракетостроения и космической техники, тенденций развития навигационно-баллистического обеспечения применения космической техники
- ОПК-6 — Способен разрабатывать физические и математические модели объектов космических и ракетно-транспортных систем, и процессов их управления
- ПСК-2 — Способен разрабатывать методики исследования баллистических и динамических характеристик при моделировании траекторий полетов
- ПСК-5 — Способен разрабатывать структуры систем управления БПЛА
- ПСК-6 — Способен разрабатывать и исследовать алгоритмы функционирования системы управления БПЛА

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 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		ОПК-6	ПСК-2	ПСК-5	ПСК-6
5	9	Раздел 1. Элементы теории игр. 1.1. Постановка игровых задач управления 1.2. Матричные игры. 1.3. Решение матричной игры в смешанных стратегиях. 1.4. Бескоалиционные игры. 1.5. Коалиционные игры. Классические кооперативные игры. 1.6. Кооперативные игры.	30	20	10	10	10	15	15	15	15
5	9	Раздел 2. Постановка задач управления движением летательных аппаратов в виде дифференциальных игр. 2.1. Постановка антагонистической дифференциальной игры. 2.2. Классификация дифференциальных игр.	12	2	2	0	10	5	5	5	5
5	9	Раздел 3. Методы синтеза управления летательного аппарата в игровой постановке на основе динамического программирования. 3.1. Основное уравнение дифференциальной игры. 3.2. Метод характеристик. 3.3. Численные методы решения уравнения Беллмана. 3.4. Численные методы решения уравнения Беллмана-Айзекса.	26	14	8	6	12	20	20	20	20
5	9	Раздел 4. Синтез оптимального управления на основе решения вспомогательных задач программного управления. 4.1 Необходимые условия оптимальности в форме, аналогичной принципу максимума Л.С. Понтрягина.	18	6	2	4	12	20	20	20	20
5	9	Раздел 5. Методы синтеза управления на основе анализа областей достижимости. 5.1. Метод экстремального прицеливания Н.Н. Красовского. 5.2. Приближенное решение конфликтной задачи сближения-уклонения.	24	12	4	8	12	20	20	20	20
5	9	Раздел 6. Методы, основанные на расчете стабильных мостов сближения. 6.1. Управление с поводьрем. 6.2. Методы расчета стабильных мостов сближения.	14	4	2	2	10	10	10	10	10
5	9	Раздел 7. Информационная игровая задача сближения-уклонения. 7.1. Постановка задачи. Метод решения. 7.2. Минимаксная фильтрация параметров движения спускаемого летательного аппарата. 7.3. Конфликтная задача сближения-уклонения с учетом ошибок измерения фазового вектора маневрирующей цели.	20	10	6	4	10	10	10	10	10
Всего за 9 семестр			144	68	34	34	76	100	100	100	100
Всего по дисциплине			144	68	34	34	76	100	100	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Элементы теории игр.	Решение матричных игр в чистых и смешанных стратегиях.	4
2		Кооперативные игры. Вычисление С-ядра и вектора Шепли. Арбитражная схема Нэша.	6
3	Раздел 3. Методы синтеза управления летательного аппарата в игровой постановке на основе динамического программирования.	Стабилизация углового положения летательного аппарата при наличии возмущений на основе метода характеристик.	2
4		Численное решение уравнения Беллмана. Пример численного решения задачи оптимального управления.	2
5		Численное решение уравнения Беллмана-Айзекса. Оптимальное управление угловым движением летательного аппарата при наличии возмущений.	2
6	Раздел 4. Синтез оптимального управления на основе решения вспомогательных задач программного управления.	Синтез системы наведения по лучу на маневрирующую цель.	2
7		Первый прямой метод Л.С. Понтрягина для решения конфликтной задачи сближения.	2
8	Раздел 5. Методы синтеза управления на	Расчет области достижимости летательного	2

	основе анализа областей достижимости.	аппарата с аэродинамическим управлением.	
9		Синтез следящей системы при действии возмущений.	2
10		Оптимальное преследование цели в гравитационном поле.	2
11		Оптимальное управление линейной системой при наличии возмущений на основе метода экстремального прицеливания.	2
12	Раздел 6. Методы, основанные на расчете стабильных мостов сближения.	Синтез оптимального управления линейной системой при наличии возмущений на основе метода управления с поводырем.	2
13	Раздел 7. Информационная игровая задача сближения-уклонения.	Область достижимости летательного аппарата с учетом ошибок измерений.	4
<b>Всего за 9 семестр</b>			<b>34</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Элементы теории игр.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашнего задания №1.	10
2	Раздел 2. Постановка задач управления движением летательных аппаратов в виде дифференциальных игр.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям.	10
3	Раздел 3. Методы синтеза управления летательного аппарата в игровой постановке на основе динамического программирования.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Оформление отчетов по практическим работам.	12
4	Раздел 4. Синтез оптимального управления на основе решения вспомогательных задач программного управления.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчетов по практическим работам. Выполнение домашнего задания №2.	12
5	Раздел 5. Методы синтеза управления на основе анализа областей достижимости.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям.. Оформление отчетов по практическим работам.	12
6	Раздел 6. Методы, основанные на расчете стабильных мостов сближения.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчета по практической работе.	10
7	Раздел 7. Информационная игровая задача сближения-уклонения.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям.	10
<b>Всего за 9 семестр</b>			<b>76</b>

## 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
9					ДЗ	ДР		Отч. по ПЗ		ДР	ДЗ, Отч. по ПЗ		Отч. по ПЗ		Отч. по ПЗ	ДР	ТекК

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;



- ДЗ – домашнее задание;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию.

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

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. Г. Кремлёв. . Теория игр: основные понятия. Москва: Юрайт, 2022, эл. рес.
2. А. С. Шалыгин, Л. Н. Лысенко, О. А. Толпегин. . Методы моделирования ситуационного управления движением беспилотных летательных аппаратов. Москва: Машиностроение, 2012, эл. рес.
3. О. А. Толпегин. . Методы решения прикладных задач управления в игровой постановке. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 155 экз.
4. О. А. Толпегин. . Методы решения прикладных задач управления в игровой постановке. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.
5. О. А. Толпегин. . Дифференциально-игровые методы управления движением беспилотных летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, 10 экз.
6. О. А. Толпегин. . Дифференциально-игровые методы управления движением беспилотных летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, эл. рес.
7. О. А. Толпегин. . Методы оптимального управления. М.: Юрайт, 2021, эл. рес.
8. О. А. Толпегин. . Прикладные методы оптимального управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004, 155 экз.
9. О. А. Толпегин. . Методы решения дифференциальных игр на ЭВМ. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1997, 64 экз.
10. О. А. Толпегин. . Области достижимости летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, 70 экз.
11. О. А. Толпегин. . Области достижимости летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=474](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474) — Электронная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова; — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
3. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
4. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
5. <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](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 2015a SP1.

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. Matlab 2015a SP1.

### **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 **ИГРОВЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-6 способность разрабатывать физические и математические модели объектов космических и ракетно-транспортных систем, и процессов их управления;

ПСК-2 способность разрабатывать методики исследования баллистических и динамических характеристик при моделировании траекторий полетов;

ПСК-5 способность разрабатывать структуры систем управления БПЛА;

ПСК-6 способность разрабатывать и исследовать алгоритмы функционирования системы управления БПЛА.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с постановкой игровых задач управления, выбором метода их решения, составлением алгоритмов и программ для численного решения игровых задач управления.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**76 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 76 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.
<b>Раздел 1. Элементы теории игр.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашнего задания №1.	О. А. Толпегин. . Методы решения прикладных задач управления в игровой постановке: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (1) О. А. Толпегин. . Методы решения прикладных задач управления в игровой постановке: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (1) А. Г. Кремлёв. . Теория игр: основные понятия: Москва: Юрайт, 2022 (1-6)	10
Итого по разделу 1		10
<b>Раздел 2. Постановка задач управления движением летательных аппаратов в виде дифференциальных игр.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям.	О. А. Толпегин. . Дифференциально-игровые методы управления движением беспилотных летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (1) О. А. Толпегин. . Дифференциально-игровые методы управления движением беспилотных летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (1)	10
Итого по разделу 2		10
<b>Раздел 3. Методы синтеза управления летательного аппарата в игровой постановке на основе динамического программирования.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Оформление отчетов по практическим работам.	О. А. Толпегин. . Методы решения прикладных задач управления в игровой постановке: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (2) О. А. Толпегин. . Методы оптимального управления: М.: Юрайт, 2021 (1,2) О. А. Толпегин. . Прикладные методы оптимального управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (2)	12

	<p>О. А. Толпегин. . Методы решения дифференциальных игр на ЭВМ: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1997 (1,2)</p> <p>О. А. Толпегин. . Дифференциально-игровые методы управления движением беспилотных летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (2)</p>	
Итого по разделу 3		12
<b>Раздел 4. Синтез оптимального управления на основе решения вспомогательных задач программного управления.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчетов по практическим работам. Выполнение домашнего задания №2.	<p>О. А. Толпегин. . Методы решения прикладных задач управления в игровой постановке: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (2)</p> <p>О. А. Толпегин. . Дифференциально-игровые методы управления движением беспилотных летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (3)</p> <p>О. А. Толпегин. . Дифференциально-игровые методы управления движением беспилотных летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (3)</p> <p>О. А. Толпегин. . Прикладные методы оптимального управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (1)</p> <p>О. А. Толпегин. . Методы решения дифференциальных игр на ЭВМ: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1997 (3)</p> <p>А. С. Шалыгин, Л. Н. Лысенко, О. А. Толпегин. . Методы моделирования ситуационного управления движением беспилотных летательных аппаратов: Москва: Машиностроение, 2012 (7)</p>	12
Итого по разделу 4		12
<b>Раздел 5. Методы синтеза управления на основе анализа областей достижимости.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям.. Оформление отчетов по практическим работам.	<p>О. А. Толпегин. . Методы решения дифференциальных игр на ЭВМ: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1997 (5)</p> <p>О. А. Толпегин. . Области достижимости летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (2,3)</p> <p>О. А. Толпегин. . Дифференциально-игровые методы управления движением беспилотных летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (4)</p> <p>О. А. Толпегин. . Дифференциально-игровые методы управления движением беспилотных летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (4)</p> <p>А. С. Шалыгин, Л. Н. Лысенко, О. А. Толпегин. . Методы моделирования</p>	12

	ситуационного управления движением беспилотных летательных аппаратов: Москва: Машиностроение, 2012 (6,8) О. А. Толпегин. . Области достижимости летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (2,3)	
Итого по разделу 5		12
<b>Раздел 6. Методы, основанные на расчете стабильных мостов сближения.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчета по практической работе.	О. А. Толпегин. . Дифференциально-игровые методы управления движением беспилотных летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (5) О. А. Толпегин. . Методы решения дифференциальных игр на ЭВМ: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1997 (4) О. А. Толпегин. . Дифференциально-игровые методы управления движением беспилотных летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (5)	10
Итого по разделу 6		10
<b>Раздел 7. Информационная игровая задача сближения-уклонения.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям.	О. А. Толпегин. . Дифференциально-игровые методы управления движением беспилотных летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (6) О. А. Толпегин. . Дифференциально-игровые методы управления движением беспилотных летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (6) А. С. Шалыгин, Л. Н. Лысенко, О. А. Толпегин. . Методы моделирования ситуационного управления движением беспилотных летательных аппаратов: Москва: Машиностроение, 2012 (9)	10
Итого по разделу 7		10



## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- домашнее задание;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию;
- экзамен.

### 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.

#### Домашнее задание

Домашнее задание включает в себя одну или несколько задач. Задачи входят в состав УМК дисциплины.

Домашнее задание считается принятым, если студент выполнил домашнее задание полностью, предоставил отчет по выполненному заданию, и ответил не менее чем на 60% вопросов преподавателя по ходу выполнения задания и по теоретическому материалу того раздела к которому относится ДЗ.

#### Вопросы для текущего контроля

Студенту предлагается 3 вопроса по результатам прохождения раздела, на которые необходимо дать правильный ответ. Вопросы текущего контроля приведены в УМК дисциплины.

#### Отчет по практическому заданию

Комплект практических заданий входит в состав УМК дисциплины. Практическое задание (ПЗ) считается выполненным, если студент полностью выполнил все пункты ПЗ.

Отчет по практическому заданию представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по практической работе. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненному заданию и ответов на вопросы преподавателя.

При оформлении практических заданий требуется руководствоваться следующими рекомендациями:

- в начале описательной части отчета излагается содержание, приводятся схема, математическая модель, исходные данные для расчетного варианта, метод решения;
  - все вычисления проводятся подробно, сопровождаясь необходимыми пояснениями. Все вычисления заносятся в таблицы;
  - табличные данные представляются также в виде графиков, условные обозначения и размерности откладываемых по осям величин указываются в принятых по ГОСТ сокращениях;
  - при выполнении расчетов с использованием ЭВМ нужно обязательно приводить распечатки (листинг) программ;
  - по каждому ПЗ студент должен представить выводы на основании выполненных расчетов.
- Студент обязан выполнять все ПЗ в срок и сдавать их преподавателю согласно графику мероприятий межсессионного контроля.
- Отчет по ПЗ считается принятым в случае, если оформление отчета соответствует указанным требованиям, и студент ответил не менее чем на 60% вопросов преподавателя по теме ПЗ.
- Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:
- отсутствия необходимых разделов,
  - отсутствия необходимого графического материала.

#### Экзамен

Промежуточный контроль по дисциплине проходит в форме экзамена.

Экзаменационный билет включает в себя теоретический вопрос и задачу.

Экзаменационные вопросы и задачи входят в состав УМК дисциплины.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он правильно решил задачу, полностью ответил

на вопрос экзаменационного билета и правильно ответил на 3 вопроса по содержанию курса.

- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он правильно решил задачу, но не полностью ответил на вопрос экзаменационного билета и правильно ответил на хотя бы на 1 вопрос по содержанию курса .

- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он неправильно решил задачу, либо решил задачу, но не ответил ни на один вопрос экзаменационного билета.

- во всех других случаях обучающемуся выставляется оценка «удовлетворительно».

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		ОПК-6	ПСК-2	ПСК-5	ПСК-6	
5	9	Раздел 1. Элементы теории игр.	30	20	10	10	10	15	15	15	15	Домашнее задание
5	9	Раздел 2. Постановка задач движением летательных аппаратов в виде дифференциальных игр.	12	2	2	0	10	5	5	5	5	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 3. Методы синтеза управления летательного аппарата в игровой постановке на основе динамического программирования.	26	14	8	6	12	20	20	20	20	Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 4. Синтез оптимального управления на основе решения вспомогательных задач программного управления.	18	6	2	4	12	20	20	20	20	Домашнее задание, Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 5. Методы синтеза управления на основе анализа областей достижимости.	24	12	4	8	12	20	20	20	20	Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 6. Методы, основанные на расчете стабильных мостов сближения.	14	4	2	2	10	10	10	10	10	Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 7. Информационная игровая задача сближения-уклонения.	20	10	6	4	10	10	10	10	10	Вопросы для текущего контроля
Всего за 9 семестр			144	68	34	34	76	100	100	100	100	
Всего по дисциплине			144	68	34	34	76	100	100	100	100	

## Критерии оценивания

### ОПК-6

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Вставьте пропущенное слово:
- Решение матричной игры в смешанных стратегиях сводится к решению задачи \_\_\_\_\_
- № 2 Вставьте пропущенное слово:
- Игрой с непротивоположными интересами называется игра, в которой у игроков \_\_\_\_\_ критерии
- № 3 Вставьте пропущенное слово:
- Антагонистической игрой называется игра, в которой у игроков \_\_\_\_\_ интересы
- № 4 Вставьте пропущенное слово:
- Задание последовательности выбора стратегий игроков является особенностью \_\_\_\_\_ игр
- № 5 Вставьте пропущенное слово:
- Принцип оптимальности \_\_\_\_\_ используется при решении кооперативных игр.
- № 6 Какая игра называется игрой в (0-1) - редуцированной форме?
- № 7 В чем особенность игр с полной информацией?
- № 8 В чем особенность равновесного принципа оптимальности?
- № 9 В чем отличие коалиционных игр от бескоалиционных?
- № 10 Как распределяется выигрыш между игроками на основе вектора Шепли?
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Какие стратегии используются для решения матричных игр?
- чистые.
  - эквивалентные.
  - смешанные.
  - позиционные.
- № 2 Какой принцип используется при решении бескоалиционных игр?
- Принцип оптимальности по Парето.
  - Эквивалентности.
  - Равновесный.
  - Минимаксный.
- № 3 Какой принцип используется при решении кооперативных игр?
- Принцип оптимальности по Парето.
  - Эквивалентности.
  - Равновесный.
  - Минимаксный.
- № 4 В чем особенность иерархических игр?
- Стратегии игроков задаются заранее.
  - Игроки используют минимаксные стратегии.
  - Заранее выбирается определенная последовательность выбора стратегий игроков.

- № 5 · Игроки используют равновесные стратегии.  
В чем отличие коалиционных игр от бескоалиционных?
- В коалиционных играх игроки собираются в группы, но у каждого свой критерий.
- В коалиционных играх игроки могут переговариваться между собой.
- В коалиционных играх игроки объединяются в группы и каждая группа формирует свой критерий.
- № 6 · Все игроки объединяются в одну группу и действуют совместно.  
Кто делает первый шаг в иерархических играх?
- Игрок последнего уровня.
- Игрок первого уровня.
- Игроки договариваются о последовательности шагов.
- № 7 · Игрок второго уровня.  
Какую игру можно отнести к игре с полной информацией?
- Игру в футбол.
- Игру в теннис.
- Игру в карты.
- Игру в шахматы.
- № 8 Для чего используется алгоритм Лемке-Хоусона?
- Для решения биматричной игры в смешанных стратегиях.
- Для решения матричной игры.
- Для решения биматричной игры в чистых стратегиях.
- Для решения матричной игры в смешанных стратегиях.
- № 9 Если существуют С-ядро, R-ядро и N-ядро, то какое из них является наиболее большим?
- R-ядро.
- С-ядро.
- N-ядро.
- № 10 Если игроки используют стратегии угроз, то какая точка из допустимого множества выигрышей игроков используется в качестве точки status quo?
- Вектор выигрышей всех игроков при использовании игроками стратегий угроз.
- Вектор выигрышей всех игроков при использовании равновесных стратегий.
- Вектор выигрышей всех игроков при использовании гарантирующих стратегий.
- Вектор выигрышей всех игроков при использовании оптимальных смешанных стратегий.

## ПСК-2

- № 1 *Вопросы открытого типа:*  
Вставьте пропущенное слово:  
Если в матричной игре \_\_\_\_\_, то используются смешанные стратегии.

- № 2 Вставьте пропущенное слово:
- В \_\_\_\_\_ играх используются стратегии, оптимальные по Парето.
- № 3 Вставьте пропущенное слово:
- Решение биматричной игры сводится к определению \_\_\_\_\_
- № 4 Вставьте пропущенное слово:
- \_\_\_\_\_ коалиции – характеристическая функция коалиции
- № 5 Вставьте пропущенное слово:
- При использовании \_\_\_\_\_ игроки должны искать максимум общего критерия оптимальности
- № 6 Какое множество выигрышей всех игроков называется допустимым множеством выигрышей?
- № 7 Какие уравнения входят в уравнения характеристик?
- № 8 Какой метод является наиболее общим для расчета области достижимости?
- № 9 В чем особенность равновесного принципа оптимальности?
- № 10 Что такое С-ядро?
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Когда в матричной игре имеет место ситуация равновесия?
- Когда верхняя цена игры совпадает с нижней ценой.
  - Когда верхняя цена игры больше нижней цены.
  - Когда нижняя цена игры не совпадает с верхней ценой.
  - Когда верхняя цена игры меньше нижней цены.
- № 2 Какая игра называется биматричной?
- Когда у каждого игрока свой критерий оптимальности.
  - Когда у первого игрока две матрицы выигрышей
  - Когда у каждого игрока две матрицы выигрышей.
  - Когда у второго игрока две матрицы выигрышей.
- № 3 Какие стратегии являются активными?
- Которые дают наибольший выигрыш.
  - Наиболее полезные.
  - Стратегии, вероятность использования которых отлична от нуля.
  - Стратегии, которые используются чаще всего.
- № 4 В каком случае можно найти графическое решение матричной игры в смешанных стратегиях?
- Когда у игроков одинаковое число чистых стратегий.
  - Когда у одного из игроков есть только две чистые стратегии.
  - Когда у каждого игрока не меньше трех чистых стратегий.
  - Когда все стратегии игроков активные.
- № 5 Когда выигрыш в матричной игре называется ценой игры?
- Когда верхняя цена игры больше нижней цены.
  - Когда игра имеет седловую точку.
  - Когда верхняя цена игры меньше нижней цены.

- Когда игроки договорятся между собой.
- № 6 Какой принцип используется при решении бескоалиционных игр?
- Принцип оптимальности по Парето.
  - Эквивалентности.
  - Минимаксный.
  - Равновесный.

№ 7 Какой вид имеет функция Беллмана – Айзекса для задачи Майера?

- $V(t, x(t)) = \min_{u(\tau)} \max_{v(\tau)} R(x(\vartheta)) + \min_{u(\tau)} \max_{v(\tau)} \int_t^{\vartheta} L(\tau, x(\tau), u(\tau), v(\tau)) d\tau$
- $V(t, x(t)) = \min_{u(\tau)} \max_{v(\tau)} R(x(\vartheta))$
- $V(t, x(t)) = \min_{u(\tau)} \max_{v(\tau)} \int_t^{\vartheta} L(\tau, x(\tau), u(\tau), v(\tau)) d\tau$
- $V(t, x(t)) = R(\vartheta, x(\vartheta))$

№ 8 Какой вид имеет функция Беллмана – Айзекса для задачи Лагранжа?

- $V(t, x(t)) = \min_{u(\tau)} \max_{v(\tau)} R(x(\vartheta)) + \min_{u(\tau)} \max_{v(\tau)} \int_t^{\vartheta} L(\tau, x(\tau), u(\tau), v(\tau)) d\tau$
- $V(t, x(t)) = \min_{u(\tau)} \max_{v(\tau)} R(x(\vartheta))$
- $V(t, x(t)) = \min_{u(\tau)} \max_{v(\tau)} \int_t^{\vartheta} L(\tau, x(\tau), u(\tau), v(\tau)) d\tau$
- $V(t, x(t)) = R(\vartheta, x(\vartheta))$

№ 9 Какой вид имеет функция Беллмана – Айзекса для задачи Больца?

- $V(t, x(t)) = \min_{u(\tau)} \max_{v(\tau)} R(x(\vartheta)) + \min_{u(\tau)} \max_{v(\tau)} \int_t^{\vartheta} L(\tau, x(\tau), u(\tau), v(\tau)) d\tau$
- $V(t, x(t)) = \min_{u(\tau)} \max_{v(\tau)} R(x(\vartheta))$
- $V(t, x(t)) = \min_{u(\tau)} \max_{v(\tau)} \int_t^{\vartheta} L(\tau, x(\tau), u(\tau), v(\tau)) d\tau$
- $V(t, x(t)) = R(\vartheta, x(\vartheta))$

№ 10 Как учитывается ограничение на управления игроков при синтезе линейной системы с интегральным квадратичным критерием?

- За счет введения ограничений на оптимальные функции управления игроков.
- За счет введения дополнительных условий при постановке задачи.
- За счет подбора коэффициентов в интегральной части функционала.
- За счет введения дополнительных слагаемых в интегральной части функционала.

#### ПСК-5

*Вопросы открытого типа:*

№ 1 Вставьте пропущенное слово:

Для решения матричных игр используются \_\_\_\_\_ стратегии

№ 2 Вставьте пропущенное слово:

- № 3 К игре с полной информацией можно отнести игру в \_\_\_\_  
Вставьте пропущенное слово:
- № 4 При решении бескоалиционных игр используется \_\_\_\_ принципы  
Вставьте пропущенное слово:
- № 5 Главный недостаток численных методов решения уравнения Беллмана – Айзекса является необходимость \_\_\_\_  
Вставьте пропущенное слово:
- № 6 При решении кооперативных игр используется принцип \_\_\_\_  
Что изменяется в решении конфликтной задачи «сближения-уклонения» при учете ошибок измерения параметров движения маневрирующей цели?
- № 7 Какой случай является регулярным, если при решении конфликтной задачи «сближения-уклонения» используем области достижимости игроков?
- № 8 Как учитывается ограничение на управления игроков при синтезе линейной системы с интегральным квадратичным критерием?
- № 9 Если игроки используют стратегии угроз, то какая точка из допустимого множества выигрышей игроков используется в качестве точки status quo?
- № 10 Когда в матричной игре имеет место ситуация равновесия?  
*Вопросы закрытого типа:*
- № 1 К какой задаче сводится решение матричной игры в смешанных стратегиях?
- К решению системы неравенств.
  - К решению системы дифференциальных уравнений.
  - К решению задачи линейного программирования.
  - К решению системы линейных уравнений.
- № 2 В каких играх используются стратегии, оптимальные по Парето?
- В бескоалиционных.
  - В кооперативных.
  - В коалиционных.
  - В иерархических.
- № 3 Какая игра называется существенной?
- Когда сумма характеристических функций всех игроков равна характеристической функции всех игроков, участвующих в игре и действующих совместно.
  - Когда сумма характеристических функций всех игроков больше характеристической функции всех игроков, участвующих в игре и действующих совместно.
  - Когда сумма характеристических функций всех игроков меньше характеристической функции всех игроков, участвующих в игре и действующих совместно.
  - Когда игроки имеют равные права.
- № 4 Какая игра называется игрой в (0-1) - редуцированной форме?
- Когда характеристическая функция каждого игрока изменяется в диапазоне от НУЛЯ до ЕДЕНИЦЫ.
  - Когда характеристическая функция всех игроков, участвующих в игре, и действующих совместно, больше ЕДЕНИЦЫ.
  - Когда характеристическая функция каждого игрока в отдельности равна НУЛЮ, а характеристическая функция всех игроков, участвующих в игре, и



- действующих совместно, равна ЕДЕНИЦЕ.
- Когда характеристическая функция каждого игрока, участвующего в игре, равна ЕДЕНИЦЕ.
- № 5 Какие уравнения входят в уравнения характеристик?
- Уравнения для расчета вектора частных производных от функции Беллмана-Айзека.
  - Уравнения для расчета вектора частных производных от функции Беллмана-Айзека и исходная система уравнений с оптимальными управлениями.
  - Исходная система уравнений с оптимальными управлениями.
- № 6 Как выбирается управление при использовании стратегии управления с поводырем?
- Управление должно обеспечивать максимальное сближение с поводырем при любом управлении второго игрока.
  - Управление нужно выбирать с учетом текущего состояния поводыря.
  - Управление нужно выбирать с учетом текущего управления поводыря.
  - Управление нужно выбирать с учетом команд поводыря.
- № 7 В чем отличие решения вспомогательной задачи минимаксного программного управления от исходной задачи в игровой постановке?
- Вспомогательная задача решается на основе анализа областей достижимости игроков.
  - Вспомогательная задача решается на основе принципа максимума.
  - Управления игроков определяются только как функции времени.
  - Вспомогательная задача решается в прямом направлении времени.
- № 8 Какой метод является наиболее общим для расчета области достижимости?
- Метод на основе решения уравнения в частных производных.
  - Дифференциально-геометрический метод.
  - Метод на основе аппроксимации области достижимости.
  - Расчет точек границы области достижимости на основе решения вспомогательных задач оптимального программного управления.
- № 9 Каким свойством обладает область достижимости для линейной системы с геометрическими ограничениями на управление?
- Область имеет произвольную форму.
  - Область является выпуклой.
  - Область не является выпуклой.
  - Область является ограниченной.
- № 10 Как изменяются размеры области достижимости с учетом ошибок измерений?
- Размеры области достижимости не изменяются.
  - Размеры области достижимости увеличиваются.
  - Размеры области достижимости уменьшаются.

**ПСК-6**

*Вопросы открытого типа:*

- № 1 Вставьте пропущенное слово:
- Размеры области достижимости с учетом ошибок измерений \_\_\_\_\_
- № 2 Вставьте пропущенное слово:
- Область достижимости для линейной системы с \_\_\_\_\_ ограничениями на управление является выпуклой
- № 3 Вставьте пропущенное слово:
- В кооперативной игре множество, каждый дележ которого не доминируется каким-либо дележом, называется \_\_\_\_\_
- № 4 Вставьте пропущенное слово:
- Дележ – распределение \_\_\_\_\_ между игроками
- № 5 Вставьте пропущенное слово:
- Решения вспомогательной задачи минимаксного программного управления в игровой постановке, позволяют получить управления игроков как зависимости от \_\_\_\_\_
- № 6 Что называется характеристической функцией игры?
- № 7 Что такое стабильный мост сближения с заданным терминальным множеством?
- № 8 Как выбирается управление при использовании стратегии управления с поводьером?
- № 9 Какая игра называется существенной?
- № 10 Как изменится характеристическая функция при объединении двух коалиций?

*Вопросы закрытого типа:*

- № 1 Какой вид имеют уравнение Беллмана – Айзекса для задачи Лагранжа?

- $\frac{\partial v}{\partial t} + \min_{u(t)} \max_{v(t)} \left( \left( \frac{\partial v}{\partial x} \right)^T f(t, x(t), u(t), v(t)) \right) = 0$
- $\frac{\partial v}{\partial t} + \min_{u(t)} \max_{v(t)} (R(x(\vartheta)) + L(t, x(t), u(t), v(t))) = 0$
- $\frac{\partial v}{\partial t} + \min_{u(t)} \max_{v(t)} [L(t, x(t), u(t), v(t)) +$   
 $\quad + \left( \frac{\partial V}{\partial x} \right)^T f(t, x(t), u(t), v(t))] = 0$
- $\frac{\partial v}{\partial t} + \min_{u(t)} \max_{v(t)} (L(t, x(t), u(t), v(t))) = 0$

- № 2 Какой вид имеют уравнение Беллмана – Айзекса для задачи Майера?

- $\frac{\partial v}{\partial t} + \min_{u(t)} \max_{v(t)} \left( \left( \frac{\partial v}{\partial x} \right)^T f(t, x(t), u(t), v(t)) \right) = 0$
- $\frac{\partial v}{\partial t} + \min_{u(t)} \max_{v(t)} (R(x(\vartheta)) + L(t, x(t), u(t), v(t))) = 0$
- $\frac{\partial v}{\partial t} + \min_{u(t)} \max_{v(t)} [L(t, x(t), u(t), v(t)) +$   
 $\quad + \left( \frac{\partial V}{\partial x} \right)^T f(t, x(t), u(t), v(t))] = 0$
- $\frac{\partial v}{\partial t} + \min_{u(t)} \max_{v(t)} (L(t, x(t), u(t), v(t))) = 0$

- № 3 Какой вид имеют уравнение Беллмана – Айзекса для задачи Больца?

- $\frac{\partial V}{\partial t} + \min_{u(t)} \max_{v(t)} \left( \left( \frac{\partial V}{\partial x} \right)^T f(t, x(t), u(t), v(t)) \right) = 0$
- $\frac{\partial V}{\partial t} + \min_{u(t)} \max_{v(t)} (R(x(t)) + L(t, x(t), u(t), v(t))) = 0$
- $\frac{\partial V}{\partial t} + \min_{u(t)} \max_{v(t)} [L(t, x(t), u(t), v(t)) +$   
 $\quad + \left( \frac{\partial V}{\partial x} \right)^T f(t, x(t), u(t), v(t))] = 0$
- $\frac{\partial V}{\partial t} + \min_{u(t)} \max_{v(t)} (L(t, x(t), u(t), v(t))) = 0$

№ 4 Какой вид имеет дискретная форма уравнения Беллмана - Айзекса для задачи Майера?

- $V(t_i, x(t_i)) = \min_{u(t_i)} \max_{v(t_i)} [L(t_i, x(t_i), u(t_i), v(t_i)) + V(t_{i+1}, f(t_i, x(t_i), u(t_i), v(t_i)))]$ .
- $V(t_i, x(t_i)) = \min_{u(t_i)} \max_{v(t_i)} [V(t_{i+1}, f(t_i, x(t_i), u(t_i), v(t_i)))]$
- $V(t_i, x(t_i)) = \min_{u(t_i)} \max_{v(t_i)} [L(t_{i+1}, x(t_i), u(t_i), v(t_i))]$
- $V(t_i, x(t_i)) = \min_{u(t_i)} \max_{v(t_i)} [V(t_i, f(t_i, x(t_i), u(t_i), v(t_i)))]$ .

№ 5 Какой вид имеет функция Гамильтона для задачи Майера в игровой постановке?

- $H = \Psi^T f(t, x(t), u(t), v(t))$
- $H = \Psi^T f(t, x(t), u(t), v(t)) - L(t, x(t), u(t), v(t))$
- $H = f(t, x(t), u(t), v(t))$
- $H = L(t, x(t), u(t), v(t))$

№ 6 Какой вид имеет функция Гамильтона для задачи Больца в игровой постановке?

- $H = \Psi^T f(t, x(t), u(t), v(t))$
- $H = \Psi^T f(t, x(t), u(t), v(t)) - L(t, x(t), u(t), v(t))$
- $H = f(t, x(t), u(t), v(t))$
- $H = L(t, x(t), u(t), v(t))$

№ 7 В чем заключается главный недостаток численных методов решения уравнения Беллмана – Айзекса?

- Опасность расширения сетки.
- Требуется большой объем оперативной памяти.
- Уравнение решается в обратном направлении времени.
- Нужно вводить сетку для каждой координаты фазового вектора системы.

№ 8 Какой случай является регулярным, если при решении конфликтной задачи «сближения-уклонения» используем области достижимости игроков?

- Если экстремальная точка прицеливания является единственной.
- Если не больше двух экстремальных точек прицеливания.
- Если есть только три точки прицеливания.

- Если есть несколько точек прицеливания.
- № 9 Что изменяется в решении конфликтной задачи «сближения-уклонения» при учете ошибок измерения параметров движения маневрирующей цели?
- Область достижимости цели нужно строить с учетом ошибок измерения ее параметров движения.
  - Управление нужно выбирать с учетом ошибок измерения параметров движения маневрирующей цели.
  - Как и раньше, использовать метод экстремального прицеливания.
- № 10 Что должны делать игроки при использовании арбитражной схемы?
- Ошибки измерения параметров движения маневрирующей цели можно не учитывать.
  - Искать ситуацию равновесия.
  - Искать точку status quo.
  - Искать максимум общего критерия оптимальности.
  - Искать максимум суммы выигрышей игроков.