

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_ Левихин А.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ИГРОВЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ

Направление/специальность подготовки	24.05.06 Системы управления летательными аппаратами
Специализация/профиль/программа подготовки	Системы управления беспилотными летательными аппаратами
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЁТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЁТОМ 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)**

**24.05.06 Системы управления летательными аппаратами**

год набора группы: 2025

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 Петрова И.Л., к.т.н., доц.

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Петрова И.Л., к.т.н., доц.

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ИГРОВЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ**

## **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 к разработке и исследованию алгоритмов функционирования системы управления БПЛА

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПК-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 беспилотных

летательных аппаратов различных классов;

*умения:*

- уметь грамотно ставить и решать задачи оптимального управления беспилотными летательными аппаратами 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 беспилотных летательных аппаратов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ИГРОВЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.06 Системы управления летательными аппаратами*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ, ДИНАМИКА ПОЛЕТА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, ДИНАМИКА КОСМИЧЕСКИХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БПЛА**.

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
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности, для решения инженерных задач
- ОПК-8 — Способен проводить динамические расчеты систем управления летательными аппаратами, применять методики математического и полунатурного моделирования динамических систем "подвижный объект - система управления (система ориентации, стабилизации, навигации, управления движением)"
- ПК-1 — Способен к проведению научных исследований и разработке проектных решений в области динамики и систем управления БПЛА
- ПК-2 — Способен к разработке методик исследования баллистических и динамических характеристик при моделировании траекторий полетов
- ПК-6 — Способен к разработке и исследованию алгоритмов 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		ПК-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.	35	20	10	10	15	10
5	9	Раздел 2. Постановка задач управления движением беспилотных летательных аппаратов в виде дифференциальных игр. 2.1. Постановка антагонистической дифференциальной игры. 2.2. Классификация дифференциальных игр.	12	2	2	0	10	10
5	9	Раздел 3. Методы синтеза управления беспилотного 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	15
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.	16	6	2	4	10	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.	22	12	4	8	10	15
5	9	Раздел 6. Методы, основанные на расчете стабильных мостов сближения. 6.1. Управление с поводьрем. 6.2. Методы расчета стабильных мостов сближения.	15	6	4	2	9	15
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.	18	8	4	4	10	15
Всего за 9 семестр			144	68	34	34	76	100
Всего по дисциплине			144	68	34	34	76	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.	4
3		Арбитражная схема Нэша.	2
4	Раздел 3. Методы синтеза управления беспилотного летательного аппарата в игровой постановке на основе динамического программирования.	Стабилизация углового положения летательного аппарата при наличии возмущений на основе метода характеристик.	2
5		Численное решение уравнения Беллмана. Пример численного решения задачи оптимального управления.	2
6		Численное решение уравнения Беллмана-Айзекса. Оптимальное управление угловым движением летательного аппарата при наличии возмущений.	2
7	Раздел 4. Синтез оптимального управления на основе решения вспомогательных задач программного управления.	Синтез системы наведения по лучу на маневрирующую цель.	2
8		Первый прямой метод Л.С. Понтрягина для решения конфликтной задачи сближения.	2
9	Раздел 5. Методы синтеза управления на основе анализа областей достижимости.	Расчет области достижимости летательного аппарата с аэродинамическим управлением	2
10		Синтез следящей системы при действии возмущений.	2

11		Оптимальное преследование цели в гравитационном поле.	2
12		Оптимальное управление линейной системой при наличии возмущений на основе метода экстремального прицеливания.	2
13	Раздел 6. Методы, основанные на расчете стабильных мостов сближения.	Синтез оптимального управления линейной системой при наличии возмущений на основе метода управления с поводырем.	2
14	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.	15
2	Раздел 2. Постановка задач управления движением беспилотных 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 беспилотного 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.	10
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.	10
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.	9
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	ТекК, Отч. по ПЗ			Отч. по ПЗ		ДР	Отч. по ПЗ			ДЗ		Отч. по ПЗ, ТекК		ДР	

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. М.: 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. . Методы решения дифференциальных игр на ЭВМ. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1997, 64 экз.
9. О. А. Толпегин. . Прикладные методы оптимального управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004, эл. рес.
10. О. А. Толпегин. . Области достижимости летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.
11. О. А. Толпегин. . Области достижимости летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, 70 экз.

### 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://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
2. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
3. [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;
4. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
5. <https://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов..

### 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** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.05.06 *Системы управления летательными аппаратами*. 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*:

ПК-6 Способен к разработке и исследованию алгоритмов функционирования системы управления БПЛА.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с постановкой игровых задач управления беспилотными летательными аппаратами, 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.	А. Г. Кремлёв. . Теория игр: основные понятия: Москва: Юрайт, 2022 (1-6) 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)	15
Итого по разделу 1		15
<b>Раздел 2. Постановка задач управления движением беспилотных 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 беспилотного 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 оптимального управления: М.: Юрайт, 2021 (1,2) О. А. Толпегин. . Методы решения дифференциальных игр на ЭВМ: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1997 (1,2) О. А. Толпегин. . Прикладные методы оптимального управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (2) О. А. Толпегин. . Методы решения	12

	<p>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 (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. . Прикладные методы оптимального управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (1)</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. . 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: М.: Машиностроение, 2012 (7)</p> <p>О. А. Толпегин. . Методы решения прикладных задач управления в игровой постановке: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (2)</p>	10
Итого по разделу 4		10
<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. . Области достижимости летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (2,3)</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>А. С. Шалыгин, Л. Н. Лысенко, О. А. Толпегин. . Методы моделирования ситуационного управления движением беспилотных летательных аппаратов: М.: Машиностроение, 2012 (6,8)</p> <p>О. А. Толпегин. . Методы решения дифференциальных игр на ЭВМ: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1997 (5)</p>	10
Итого по разделу 5		10

<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)	9
Итого по разделу 6		9
<b>Раздел 7. Информационная игровая задача сближения-уклонения.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям.	А. С. Шалыгин, Л. Н. Лысенко, О. А. Толпегин. . Методы моделирования ситуационного управления движением беспилотных летательных аппаратов: М.: Машиностроение, 2012 (9) О. А. Толпегин. . Дифференциально-игровые методы управления движением беспилотных летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (6)	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		ПК-6	
5	9	Раздел 1. Элементы теории игр.	35	20	10	10	15	10	Домашнее задание
5	9	Раздел 2. Постановка задач управления движением беспилотных летательных аппаратов в виде дифференциальных игр.	12	2	2	0	10	10	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 3. Методы синтеза управления беспилотного летательного аппарата в игровой постановке на основе динамического программирования.	26	14	8	6	12	15	Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 4. Синтез оптимального управления на основе решения вспомогательных задач программного управления.	16	6	2	4	10	20	Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 5. Методы синтеза управления на основе анализа областей достижимости.	22	12	4	8	10	15	Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 6. Методы, основанные на расчете стабильных мостов сближения.	15	6	4	2	9	15	Домашнее задание
5	9	Раздел 7. Информационная игровая задача сближения-уклонения.	18	8	4	4	10	15	Вопросы для текущего контроля
Всего за 9 семестр			144	68	34	34	76	100	
Всего по дисциплине			144	68	34	34	76	100	

**ПК-6 - Способен к разработке и исследованию алгоритмов функционирования системы управления БПЛА**

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

Какой случай является регулярным, если при решении конфликтной задачи «сближения-уклонения» используем области достижимости игроков?

1. Если экстремальная точка прицеливания является единственной.
2. Если не больше двух экстремальных точек прицеливания.
3. Если есть только три точки прицеливания.
4. Если есть несколько точек прицеливания.

№ 2 Прочитайте текст и установите последовательность

Последовательность действий при разработке оптимальной стратегии в игре методом равновесия Нэша:

1. Нахождение множества допустимых стратегий участников.
2. Формулировка целей каждого участника конфликта.
3. Поиск равновесных решений, удовлетворяющих критерию Нэша.
4. Составление матрицы выигрышей для всех комбинаций стратегий.

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

В чем заключается главный недостаток численных методов решения уравнения Беллмана – Айзекса?

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

№ 4 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что такое стабильный мост сближения с заданным терминальным множеством?

№ 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что называется характеристической функцией игры?

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите правильный порядок решения задачи оптимального управления с помощью метода динамического программирования:

1. Составить функцию

$$H(t, x(t), u(t), \frac{\partial V}{\partial x}) = L(t, x(t), u(t)) + (\frac{\partial V}{\partial x})^T f(t, x(t), u(t)).$$

2. Решить дифференциальное уравнение Беллмана в частных производных.

3. Подставить результаты решения уравнения Беллмана в формулу для нахождения  $u$  и найти оптимальный закон управления

4. Минимизировать функцию  $H$  по управлению  $u$  и найти явную зависимость оптимального управления от вектора

$$\partial V / \partial x$$

№ 7 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите стратегии игроков и соответствующие виды игр

- |  |                         |
|--|-------------------------|
| 1. Каждый из игроков принимает решение независимо от действий других игроков                       | А. кооперативная игра   |
| 2. Игроки действуют в интересах критерия оптимальности группы                                      | Б. бескоалиционная игра |
| 3. Игроки объединяются только с целью увеличения/уменьшения значения своего критерия оптимальности | В. коалиционная игра    |

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

Что изменяется в решении конфликтной задачи «сближения-уклонения» при учете ошибок измерения параметров движения маневрирующей цели?

1. Область достижимости цели нужно строить с учетом ошибок измерения ее параметров движения.
2. Управление нужно выбирать с учетом ошибок измерения параметров движения маневрирующей цели.
3. Как и раньше, использовать метод экстремального прицеливания.
4. Ошибки измерения параметров движения маневрирующей цели можно не учитывать

№ 9 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите виды стратегических взаимодействий с соответствующими примерами:

- |                           |   |
|---------------------------|---|
| 1. Кооперативные игры     | А. Пример: шахматная партия, где выигрыш одного означает поражение другого.                 |
| 2. Антагонистические игры | Б. Пример: торговая сделка, где обе стороны выигрывают.                                     |
| 3. Смешанные игры         | В. Таблица возможных результатов, показывающая выгоду каждого игрока в различных сценариях. |
| 4. Матрица выплат         | Г. Пример: переговоры, где возможен компромисс и частичное удовлетворение обеих сторон.     |

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

Какой принцип используется при решении бескоалиционных игр?

1. равновесный
2. принцип оптимальности по Парето
3. эквивалентности
4. минимаксный

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

Какие игровые методы применяются для моделирования ситуаций взаимодействия двух

противоборствующих сторон?

1. Метод минимакса
2. Теория игр
3. Байесовский подход
4. Стратегия доминирования

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

Какие критерии определяют качество игровой стратегии управления в конфликтных ситуациях?

1. Оптимальность по Парето
2. Минимаксный критерий
3. Максимизация прибыли
4. Надежность стратегии