

Минобрнауки РФ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и ИКТ

С.А. Матвеев

2018 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Прикладные задачи оптимального управления**

(наименование дисциплины)

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ:

**09.06.01 Информатика и вычислительная техника**

(указывается код и наименование направления подготовки)

НАПРАВЛЕННОСТЬ ПОДГОТОВКИ:

**05.13.01 Системный анализ, управление и обработка информации**

(указывается наименование направленности)

КВАЛИФИКАЦИЯ: **Исследователь. Преподаватель-исследователь**

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ: **очная**

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ: **зачет**

(Зачет / Дифференцированный зачет / Экзамен)

Санкт-Петербург – 2018

## 1 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих общих для направления компетенций:

способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3).

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих профессиональных компетенций:

способностью выполнять теоретические и прикладные исследования системных связей и закономерностей функционирования и развития объектов и процессов с учетом отраслевых особенностей, ориентированные на повышение эффективности управления ими с использованием современных методов обработки информации (ПК-2);

способностью разрабатывать методы и алгоритмы решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации в приложении к различным предметным областям (ПК-4);

умением разрабатывать специальное математическое и программное обеспечение систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации (ПК-5).

В результате освоения дисциплины (модуля) аспиранты будут:

*знать:*

- назначение и структуры информационных подсистем систем управления беспилотных летательных аппаратов различного назначения;
- широкий спектр современных и перспективных координаторов и информационно-измерительных устройств систем управления летательных аппаратов;
- принципы измерения координат взаимного расположения движущегося объекта-носителя и заданного объекта-цели;

*уметь:*

- формировать структуру информационной подсистемы летательного аппарата, выбирать типы и характеристики координаторов;
- формировать и применять при расчетах характеристики угловых и других дискриминаторов систем поиска, обнаружения, опознавания и сопровождения наблюдаемых объектов;

*владеть:*

- методиками расчета основных параметров координаторов как информационных звеньев систем автоматического управления с учетом реальных характеристик их элементов и окружающей среды;

*приобретут опыт деятельности:*

- применения методов энергетического и статистического расчёта основных технических характеристик координаторов;
- применения методов оценки информационных признаков и составления решающих правил для селекции и классификации заданных объектов.

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре программы аспирантуры

Дисциплина относится к вариативным дисциплинам программы аспирантуры.

Трудоёмкость освоения дисциплины составляет 4 зачетные единицы (з.е.) или 144 академических часа, в том числе 54 часа аудиторных занятий и 90 часов самостоятельной работы.

Изучение дисциплины опирается на знания, умения и навыки, приобретенные при освоении предшествующих образовательных программ, прежде всего, в области Физики, Электротехники и электроники, Математической статистики.

Результаты изучения дисциплины будут использованы при изучении дисциплин: Ускоренное статистическое моделирование, Прикладные задачи оптимального управления, Системный анализ, управление и обработка информации, выполнении НИР и сдаче кандидатского экзамена.

### 3. Виды учебной работы и тематическое содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы	Трудоемкость, акад. час
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>	<b>54</b>
Лекционные занятия (ЛЗ)	18
Научно-практические занятия (НПЗ)	34
Семинары (С)	2
Исследовательские лабораторные работы (ИЛР)	
Индивидуальные консультации (К)	
<b>Самостоятельная работа (СР), в том числе:</b>	<b>90</b>
Выполнение комплексных расчетно-исследовательских работ (РИР)	
Выполнение отдельных исследовательских заданий (ИЗ)	24
Подготовка рефератов (Р)	
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц с использованием рекомендуемой литературы (ИЛ)	66
Всего:	144

#### 3.2. Содержание дисциплины (модуля) по разделам и видам учебной работы

Таблица 2

Таблица									
№ п/п	Раздел дисциплины (модуля)	Трудоемкость по видам учебной работы (час.)							Формы самостоятельной работы*)
		всего	очная форма обучения						
			ЛЗ	НПЗ	ИЛР	С	К	СР	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Классификация, задачи и состав информационных управляющих систем (ИУС) беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)	14	2	4				8	ИЛ

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля)	Трудоемкость по видам учебной работы (час.)							Формы самостоятельной работы*)
		всего	очная форма обучения						
			ЛЗ	НПЗ	ИЛР	С	К	СР	
2	Аппаратура ИУС БПЛА	14	2	4				8	ИЛ
3	Бортовые ИУС БПЛА	14	2	4				8	ИЛ
4	Системы навигации БПЛА	18	2	4		2		10	ИЛ
5	Координаторы	68	10	12				46	ИЛ, ИЗ
6	Приведение БПЛА к наземным объектам	16		4		2		10	ИЛ
	Итого:	144	18	32		4		90	

Примечание: ЛЗ – лекционное занятие, НПЗ – научно-практические занятия, ИЛЗ – исследовательские лабораторные занятия работа, С – семинары, К – индивидуальные консультации; СР – самостоятельная работа обучающихся.

### 3.3 Тематика аудиторных занятий

Тематика лекционных занятий

Таблица 3

№ раз-дела	№ лек-ции	Основное содержание	Кол-во часов	Литература
1	1	Классификация ИУС БПЛА	2	[1-3, Введ., гл. 1] осн. лит.
2	2	Назначение, состав и основные режимы работы аппаратуры ИУС БПЛА	2	[1, 2, гл. 3] осн. лит., [2] доп. лит.
3	3	Состав и назначение бортовой ИУС БПЛА	2	[2, гл. 4] осн. лит.
4	4	Общая характеристика систем навигации БПЛА	2	[1, 2, гл. 5] осн. лит., [2] доп. лит.
5	5	Обобщенная структура и состав координатора. Классификация и режимы работы координаторов	2	[2, гл. 6] осн. лит.
5	6	Радиолокационный координатор (РК): режимы работы, дальность действия	2	[2, гл. 7] осн. лит.
5	7	Пассивный радиопеленгационный координатор (ПРК)	2	[2, гл. 8] осн. лит.
5	8	Инфракрасные координаторы	2	[2, гл. 9] осн. лит.
5	9	Лазерный координатор	2	[2, гл. 11] осн. лит.
		Итого:	18	

## Тематика научно–практических (или семинарских) занятий

Таблица 4

№ раз-дела	№ занятия	Наименование	Кол-во часов	Литература
1	1	Примеры ИУС БПЛА: задачи, структура и особенности функционирования	4	[2, гл. 1] осн. лит.
2	2	Состав, назначение основных частей аппаратуры ИУС БПЛА	2	[1, 2, гл. 3] осн. лит.
2	3	Информация внешних систем, задачи, алгоритмическое и программное обеспечение АСУ	2	[2, гл. 3] осн. лит., [2] доп. лит.
3	4	Система стабилизации БПЛА на заданной траектории	2	[2, гл. 4] осн. лит., [2] доп. лит.
3	5	Система управления конечным положением	2	[1, 2, гл. 4] осн. лит.
4	6	Навигационная система на лазерных гироскопах	2	[2, гл. 5] осн. лит.
4	7	Спутниковые навигационные системы. Комплексование навигационных систем	2	[2, гл. 5] осн. лит., [2] доп. лит.
4	8	Семинар по разд. 1-4	2	[1-3] осн. лит., [2] доп. лит.
5	9	Обнаружение радиолокационных сигналов РК	2	[2, гл. 7, 3] осн. лит., [1] доп. лит.
5	10	Определение углового положения объекта РК	2	[2, гл. 7, 3] осн. лит., [1] доп. лит.
5	11	Селекция и классификация источников радиоизлучения ПРК	2	[2, гл. 8, 3] осн. лит., [1] доп. лит.
5	12	Пеленгация и определение дистанции до источника радиоизлучения ПРК	2	[2, гл. 8, 3] осн. лит., [1] доп. лит.
5	13	Определение угловых координат цели ИК	2	[2, гл. 9, 3] осн. лит., [1] доп. лит.
5	14	Энергетический и статистический расчет дальности действия ИК	2	[2, гл. 9, 3] осн. лит., [1] доп. лит.
6	15	Приведение БПЛА к наземным объектам	4	[1, 2, гл. 12] осн. лит.
6	16	Итоговый семинар: доклады по индивидуальным заданиям, тестирование	2	[1-3] осн. лит., [1-2] доп. лит.
		Итого	36	

Тематика исследовательских лабораторных занятий  
Исследовательские лабораторные занятия не предусмотрены.

### 3.4 Перечень занятий, проводимых в активной и интерактивной формах

В активной и интерактивной форме проводятся аудиторные учебные занятия по отдельным разделам и темам дисциплины, указанным в табл. 5

Таблица 5

№ раздела	Вид аудиторного занятия в активной и/или интерактивной форме и его тематика	Кол-во часов
1	Примеры ИУС БПЛА: задачи, структура и особенности функционирования	1
5	Обнаружение радиолокационных сигналов РК	1
5	Определение углового положения объекта РК	1
5	Селекция и классификация источников радиоизлучения ПРК	1
5	Пеленгация и определение дистанции до источника радиоизлучения ПРК	1
5	Определение угловых координат цели ИК	1
5	Энергетический и статистический расчет дальности действия ИК	1
6	Итоговый семинар: доклады по индивидуальным заданиям, тестирование	2
	Итого:	9

### 4. Перечень заданий для самостоятельной работы

Таблица 6

Задания	Срок выдачи (№ недели)	Срок сдачи (№ недели)	Номера разделов дисциплины (модуля)
Выполнение ИЗ	10	18	5

### 5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по дисциплине

Оценка качества освоения дисциплины включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию в форме дифференцированного зачета.

#### 5.1 Текущий контроль успеваемости по дисциплине

Контрольные мероприятия текущего контроля

Таблица 7

Вид контрольного мероприятия	Наименование	Срок проведения (№ недели)	Контролируемый объем (№№ разделов)
Семинар	Тестирование	9	1-4
Защита отчета по исследовательскому заданию	Определяется индивидуально, перечень примерных тем представлен в Приложении 1	18	5
Семинар	Тестирование	18	5-6

## 5.2 Оценочные средства промежуточной аттестации

Для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине образован фонд оценочных средств в виде контрольных вопросов.

Примерные контрольные вопросы и темы исследовательских заданий представлены в Фонде оценочных средств.

## 5 Образовательные технологии по дисциплине

Обучение по дисциплине ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

Лекции: потоково-групповые технологии, информационные и проблемные лекции.

Научно-практические занятия: дискуссии, деловые игры, метод кейсов.

## 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Основная литература:

Таблица 8

№ п/п	Автор	Наименование	Издательство	Год издания
1.	<i>Барский А.Г.</i>	Оптико-электронные следящие и прицельные системы: учебное пособие	М.: ЛОГОС	2013
2.	<i>Шаров С.Н.</i>	Информационные управляющие системы беспилотных летательных аппаратов	СПб: БГТУ	2007
3	<i>Шаров С.Н.</i>	Локационные управляющие системы беспилотных летательных аппаратов	СПб: БГТУ	2009
4	<i>Под ред. Шарова С.Н.</i>	Посадка беспилотных летательных аппаратов на суда: проблемы и решения	СПб. : Судостроение	2014

### 6.2 Дополнительная литература:

Таблица 9

№ п/п	Автор	Наименование	Издательство	Год издания
1.	<i>Шаров С.Н.</i>	Основы проектирования информационно-измерительных приборов систем управления движущимися объектами:	СПб: БГТУ	1998
2.	<i>Под ред. М. Н. Красильщикова, Г. Г. Себрякова</i>	Современные информационные технологии в задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов	М.: ФИЗМАТЛИТ	2009

3.	<i>Шаров С.Н.</i>	Информационные каналы систем управления: учебное пособие	Концерн "Гранит-Электрон", БГТУ "ВОЕНМЕХ", Рос. акад. ракет. и арт. наук. - АВТ. РЕД. - СПб.	2018
----	-------------------	--	--	------

### 6.3 Электронные (образовательные, информационные, справочные, нормативные и т.п.) ресурсы:

1. Электронный каталог библиотеки БГТУ.
2. <http://www.emis.de/ELibM.html> - Electronic Library of Mathematics.
3. <http://e.lanbook.com/> - Электронно-библиотечная система издательства «ЛАНЬ».
4. <https://www.biblio-online.ru/> – Электронная библиотека издательства «Юрайт».

## 7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Специализированные лаборатории (в том числе научные) и классы, основное учебное оборудование (комплексы, установки и стенды)

1. Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер).
2. Компьютерный класс (лаборатории Информационных технологий кафедры И9), оснащенный ПК с программным обеспечением, включающим в себя программный пакет Scilab/Scicos.
3. Рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

### 7.2 Средства обеспечения освоения дисциплины

1. Электронные версии источников из списков основной и дополнительной литературы в электронной библиотеке БГТУ.

## Оценочные средства промежуточной аттестации

*Примерные контрольные вопросы:*

1. Что такое координатор и его назначение в системе управления БПЛА?
2. Основные задачи координатора в системе управления БПЛА?
3. Основные режимы работы координатора в системе управления БПЛА?
4. Объясните назначение каждой связи на структурной схеме системы управления БПЛА.
5. Объясните назначение каждой связи на структурной схеме координатора.
6. Какие тактико-технические характеристики координаторов Вы знаете?
7. Какие классификационные признаки координаторов и информационных каналов Вы знаете?
8. Основные соотношения энергетического расчета дальности действия (обнаружения цели) активного радиолокационного координатора.
9. Основные соотношения статистического расчета дальности действия (обнаружения цели) активного радиолокационного координатора.
10. Обнаружение радиолокационных сигналов, выбор порога обнаружения сигнала на фоне шума.
11. Какие типы зондирующих сигналов активного радиолокационного координатора вы знаете? Как измеряется дистанция до объекта локации?
12. Приведите пример фильтра сжатия АРК и поясните принцип его работы.
13. Как осуществляется сопровождение отраженного сигнала по дистанции активным радиолокационным координатором? Приведите структурную схему системы слежения и поясните назначение ее звеньев и связей.
14. Какие способы определения угловых координат объекта-цели активным радиолокационным координатором Вы знаете? Их особенности (достоинства, недостатки)?
15. Определите пеленгационную характеристику АРК амплитудного способа пеленгации при заданных значениях параметров антенны и цели (в одной плоскости) с однородной отражательной поверхностью.
16. Какие замкнутые автоматические системы АРК Вам известны? Приведите пример одной из них и дайте ей характеристику с точки зрения теории автоматического управления.
17. Приведите функциональную и структурную схему системы стабилизации и программного управления антенной АРК. Поясните назначение всех звеньев и связей и дайте ей характеристику с точки зрения теории автоматического управления.
18. Приведите функциональную и структурную схему системы сопровождения цели по угловым координатам. Поясните назначение всех звеньев и связей и дайте ей характеристику с точки зрения теории автоматического управления.
19. Как определить дальность обнаружения источника радиоизлучения миллиметрового, сантиметрового и дециметрового диапазона в космосе и на земной поверхности (энергетический и статистический расчет)?
20. Какие признаки селекции и классификация источников радиоизлучения Вы знаете?
21. Какие критерии и решающие правила для селекции и классификация источников радиоизлучения Вы знаете?
22. Какие методы пеленгации источников радиоизлучений Вы знаете?
23. Какие способы определения дистанции до источника радиоизлучения Вы знаете?
24. Какие основные особенности использования переотраженных сигналов для ПРК Вы знаете?

25. Какие автоматические системы ПРК Вы знаете?
26. На каких физических законах основана работа инфракрасных приборов координаторов?
27. Что вы знаете об инфракрасном излучении объектов (целей)?
28. Как инфракрасное излучение проходит через атмосферу?
29. Какие фотоприемники инфракрасного излучения Вы знаете?
30. Какие параметры фотоприемников Вы знаете?
31. Какие характеристики фотоприемников Вам известны?
32. Какие способы охлаждения приемников инфракрасного излучения применяются, их достоинства и недостатки?
33. Энергетический расчет дальности действия инфракрасного координатора.
34. Использование модулирующих дисков для определения угловых координат цели.
35. Использование модулирующих зеркал для определения угловых координат цели.
36. Способ вибрации зеркала вокруг одной оси и двух взаимно перпендикулярных осей.
37. Использование модулирующих зеркал для определения угловых координат цели.
38. Способ вращения наклонного зеркала вокруг оптической оси.
39. Как можно измерять дистанцию до цели энергетическими методами?
40. Как можно измерять дистанцию до цели геометрическими методами?
41. Как можно измерять дистанцию до цели оптическими методами?
42. Автоматические системы ГСН с гироскопическим подвесом оптической системы, их особенности?
43. Какие лазеры используются в лазерном координаторе и почему?
44. Оптические системы лазерного координатора в приемной и передающей части?
45. Способы управления положением лазерного луча в пространстве?
46. Энергетический расчет дальности действия лазерного координатора по малоразмерным и крупноразмерным объектам?
47. Статистический расчет дальности действия лазерного координатора по малоразмерным и крупноразмерным объектам?
48. Автоматические системы лазерного координатора. Способы измерения координат цели.
49. Способы поиска цели, оценка их эффективности?

*Примерные исследовательские задания:*

1. Расчет радиолокационного координатора.
2. Расчет пассивного радиопеленгационного координатора.
3. Расчет инфракрасного координатора.
4. Расчет лазерного координатора.

## СПРАВКА

**о наличии в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им.Д.Ф.Устинова учебной литературы**  
(справка является неотъемлемой частью УМК дисциплины)

1. Наименование дисциплины: **Информационные управляющие системы беспилотных летательных аппаратов**
2. Кафедра: И9 – Систем управления и компьютерных технологий
3. Перечень основной учебной литературы (авторы, название, наличие грифа Минобразования, УМО, НМС, другого министерства или ведомства, выходные данные) :

### Основная литература:

№ п/п	Автор	Наименование	Издательство	Год издания
1.	<i>Барский А.Г.</i>	Оптико-электронные следящие и прицельные системы: учебное пособие	М.: ЛОГОС	2013
2.	<i>Шаров С.Н.</i>	Информационные управляющие системы беспилотных летательных аппаратов	СПб: БГТУ	2007
3	<i>Шаров С.Н.</i>	Локационные управляющие системы беспилотных летательных аппаратов	СПб: БГТУ	2009
4	<i>Под ред. Шарова С.Н.</i>	Посадка беспилотных летательных аппаратов на суда: проблемы и решения	СПб. : Судостроение	2014

### 6.2 Дополнительная литература:

№ п/п	Автор	Наименование	Издательство	Год издания
1.	<i>Шаров С.Н.</i>	Основы проектирования информационно-измерительных приборов систем управления движущимися объектами:	СПб: БГТУ	1998
2.	<i>Под ред. М. Н. Красильщикова, Г. Г. Себрякова</i>	Современные информационные технологии в задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов	М.: ФИЗМАТЛИТ	2009
3.	<i>Шаров С.Н.</i>	Информационные каналы систем управления: учебное пособие	Концерн "Гранит-Электрон", БГТУ "ВОЕНМЕХ", Рос. акад. ракет. и арт. наук. - АВТ. РЕД. - СПб.	2018

Директор библиотеки  / Сесина Н.В. /