

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Страхов С. Ю.
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

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

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	8	5	180	51	34	0	17	129	0	0	129	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: 2024

Программу составил:

Кафедра И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ _____

Хамидуллин Вакиф Карамович, д.т.н., профессор, профессор

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

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

Заведующий кафедрой Матвеев С.А., к.т.н., доц. _____

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Заведующий кафедрой Матвеев С.А., к.т.н., доц. _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

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 осуществлять критический анализ научных достижений, а также использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области систем управления летательными аппаратами
--

ПСК-3 — способность определять состав и структуру системы управления летательным аппаратом, выбирать способ управления полетом
--

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-6

знания:

современных методов исследования, проектирования и разработки систем навигации летательных аппаратов;;

умения:

применять методы решения задач и расчета характеристик подсистем систем навигации ракетно-космических комплексов;;

навыки:

составления математических моделей для исследования систем навигации ракетно-космических комплексов.

ПСК-3

знания:

принципов выбора состава и структуры навигационных подсистем ракетно-космических комплексов;;

умения:

выбирать состав и формировать структуру навигационных подсистем ракетно-космических комплексов;;

навыки:

составления математических моделей для исследования систем навигации ракетно-космических комплексов..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.06 Системы управления летательными аппаратами*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

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
- ПСК-4 — Способен проектировать подсистемы и элементы систем управления ракет и других летательных аппаратов

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 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-3
4	8	Раздел 1. Системы координат. 1.1 Инерциальные системы координат. 1.2 Земная система координат 1.3 Местная горизонтальная система координат 1.4 Ортодромическая система координат 1.5 Система координат сенсорного блока 1.6 Платформенные системы координат.	26	6	4	2	20	20	20
4	8	Раздел 2. Инерциальные навигационные системы (ИНС). 2.1 Математические модели навигационных систем 2.2 Приборная реализация измерительного комплекса 2.3 БИНС с углами Эйлера — Крылова 2.4 БИНС с направляющими косинусами 2.5 БИНС с уравнениям Пуассона 2.4 БИНС с параметрами Родрига – Гамильтона.	55	19	13	6	36	20	20
4	8	Раздел 3. Спутниковые навигационные системы (СНС). 3.1 Принцип действия СНС, состав: космические сегменты, наземные сегменты и сегмент пользователей 3.2 Космические сегменты СНС: GPS (США), ГЛОНАСС (Россия), GALILEO (ЕС), Beidou (Китай), QZSS (Япония), IRNS (Индия) 3.3 Математические модели, используемые спутниковыми системами при получении основных данных 3.4 Дифференциальная коррекция СНС для обеспечения запросов пользователей.	55	19	13	6	36	20	20
4	8	Раздел 4. Интегрированные инерциально-спутниковые навигационные (ИСН) системы. 4.1 Варианты комплексирования ИСН систем 4.2 Использование дискретного фильтра Калмана в ИСН системе для определения собственных координат 4.3.Фильтр Калмана для использования в ИСН системе при определении скорости подвижного объекта 4.4 Векторный фильтр Калмана для использования в ИСН системе при пространственном движении объекта.	29	3	2	1	26	20	20
4	8	Раздел 5. Приборная реализация интегрированных ИСНС. 5.1 Глубокоинтегрированная схема комплексирования 5.2 Перспективы микросхемной интеграции ИСНС.	15	4	2	2	11	20	20
Всего за 8 семестр			180	51	34	17	129	100	100
Всего по дисциплине			180	51	34	17	129	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Системы координат.	Общий метод составления таблиц косинусов углов между осями систем координат	2
2	Раздел 2. Инерциальные навигационные системы (ИНС).	Уравнение Кареолиса. Кватернионы.	6
3	Раздел 3. Спутниковые навигационные системы (СНС).	Математические модели определения псевдодальностей. Дискретный фильтр Калмана при определении собственных координат.	6
4	Раздел 4. Интегрированные инерциально-спутниковые навигационные (ИСН) системы.	Фильтр Калмана в системе определения собственных координат и скорости движения.	1
5	Раздел 5. Приборная реализация интегрированных ИСНС.	Ознакомление с методикой использования кватернионов при преобразовании систем координат	2
Всего за 8 семестр			17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Системы координат.	подготовка к практическим занятиям	20
2	Раздел 2. Инерциальные навигационные системы (ИНС).	Подготовка к практическим занятиям. Изучение предусмотренной программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	36
3	Раздел 3. Спутниковые	Подготовка к практическим занятиям. Изучение	36

	навигационные системы (СНС).	предусмотренной программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	
4	Раздел 4. Интегрированные инерциально-спутниковые навигационные (ИСН) системы.	Подготовка к практическим занятиям. Изучение предусмотренной программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	26
5	Раздел 5. Приборная реализация интегрированных ИСНС.	Подготовка к практическим занятиям. Изучение предусмотренной программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	11
Всего за 8 семестр			129

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
8			ВПЗ			ДР				ДР				ВПЗ		ДР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ.

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

- диагностическая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. В. Матвеев, В. Я. Распопов. . Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем. СПб.: Изд-во ЦНИИ "Электроприбор", 2009, эл. рес.
2. В. К. Хамидуллин. . Технические средства навигации и управления движением. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, эл. рес.
3. В. К. Хамидуллин. . Глобальные навигационные системы. Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, 17 экз.
4. В. К. Хамидуллин. . Глобальные навигационные системы. Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, эл. рес.
5. В. С. Яценков. . Основы спутниковой навигации. Системы GPS NAVSTAR и ГЛОНАСС. М.: Горячая линия-Телеком, 2005, 6 экз.
6. Ю. А. Соловьёв. . Спутниковая навигация и её приложения. М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 2003, 15 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. К. К. Веремеенко, С. Ю. Желтов, Н. В. Ким. . Современные информационные технологии в задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009, 2 экз.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://urait.ru> — Главная – 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 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

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. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся.

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 **НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.05.06 *Системы управления летательными аппаратами*. Дисциплина реализуется на факультете И Информационных и управляющих систем БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-6 способность осуществлять критический анализ научных достижений, а также использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области систем управления летательными аппаратами;

ПСК-3 способность определять состав и структуру системы управления летательным аппаратом, выбрать способ управления полетом.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с назначением, принципами построения, составом и характеристиками навигационных систем летательных аппаратов различных типов: систем околоземной навигации, инерциальными системами навигации, радионавигационными и астронавигационными системами, системами коррекции навигационных параметров.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 з.е., **180 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**129 ч**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 180 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 129 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

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

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

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

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Системы координат.		
подготовка к практическим занятиям	В. В. Матвеев, В. Я. Распопов. . Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем: СПб.: Изд-во ЦНИИ "Электронприбор", 2009 (глава 1) В. К. Хамидуллин. . Технические средства навигации и управления движением: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (глава 1) В. К. Хамидуллин. . Глобальные навигационные системы: Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (глава 1)	20
Итого по разделу 1		20
Раздел 2. Инерциальные навигационные системы (ИНС).		
Подготовка к практическим занятиям. Изучение предусмотренной программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	В. К. Хамидуллин. . Глобальные навигационные системы: Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (глава 3) В. В. Матвеев, В. Я. Распопов. . Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем: СПб.: Изд-во ЦНИИ "Электронприбор", 2009 (глава 2)	36
Итого по разделу 2		36
Раздел 3. Спутниковые навигационные системы (СНС).		
Подготовка к практическим занятиям. Изучение предусмотренной программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	В. С. Яценков. . Основы спутниковой навигации. Системы GPS NAVSTAR и ГЛОНАСС: М.: Горячая линия-Телеком, 2005 (глава 2) Ю. А. Соловьёв. . Спутниковая навигация и её приложения: М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 2003 (глава 1-2)	36
Итого по разделу 3		36
Раздел 4. Интегрированные инерциально-спутниковые навигационные (ИСН) системы.		
Подготовка к практическим занятиям. Изучение предусмотренной программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	В. К. Хамидуллин. . Глобальные навигационные системы: Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (глава 4) В. В. Матвеев, В. Я. Распопов. . Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем: СПб.: Изд-во ЦНИИ "Электронприбор", 2009 (глава 5)	26
Итого по разделу 4		26
Раздел 5. Приборная реализация интегрированных ИСНС.		
Подготовка к практическим занятиям. Изучение	К. К. Веремеенко, С. Ю. Желтов, Н. В. Ким. . Современные информационные технологии в	11

предусмотренной программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009 (глава 8)	
Итого по разделу 5		11

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- 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.

Вопросы/задания по темам ПЗ

Вопросы к практическим занятиям в УМК дисциплины.

Экзамен

Допуск к экзамену осуществляется при выполнении всех контрольных мероприятий в семестре, запланированных в технологической карте дисциплины.

Обучающийся имеет право на получение оценки в рамках промежуточной аттестации по результатам текущего контроля без прохождения аттестационных испытаний в соответствии с балльно-рейтинговой системой.

Повысить оценку можно, сдавая экзамен.

Оценка - "отлично" ставится при полных ответах на два вопроса из билета.

Оценка- "хорошо" ставится при одном полном и одном не полном ответе на вопросы из билета.

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-3	
4	8	Раздел 1. Системы координат.	26	6	4	2	20	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ
4	8	Раздел 2. Инерциальные навигационные системы (ИНС).	55	19	13	6	36	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ
4	8	Раздел 3. Спутниковые навигационные системы (СНС).	55	19	13	6	36	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ
4	8	Раздел 4. Интегрированные инерциально-спутниковые навигационные (ИСН) системы.	29	3	2	1	26	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ
4	8	Раздел 5. Приборная реализация интегрированных ИСНС.	15	4	2	2	11	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ
Всего за 8 семестр			180	51	34	17	129	100	100	
Всего по дисциплине			180	51	34	17	129	100	100	