

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Страхов С.Ю.

« ____ » _____ 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 Информационные и управляющие системы
Выпускающая кафедра	ИЗ Системы управления и компьютерные технологии
Кафедра-разработчик рабочей программы	ИЗ Системы управления и компьютерные технологии

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	3	108	51	34	0	17	57	0	0	57	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: 2026

Программу составил:

Кафедра ИЗ Системы управления и компьютерные технологии
Хамидуллин Вакиф Карамович, д.т.н., профессор, профессор

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **ИЗ Системы управления и компьютерные технологии**

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

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

ИЗ Системы управления и компьютерные технологии

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

**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:

ПК-3 — Способен определять состав и структуру системы управления летательным аппаратом, выбирать способ управления полетом
ОПК.Д-3 — Способен самостоятельно решать задачи управления в специальных организационно-технических системах на базе последних достижений науки и техники

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-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..

ОПК.Д-3

знания:

структуры навигационных подсистем с специальных организационно-технических системах;

умения:

выбирать состав и формировать структуру навигационных подсистем в специальных организационно-технических системах;

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
- ОПК.Д-1 — Способен анализировать и выявлять естественно-научную сущность проблем управления в технических системах на основе приобретенных знаний
- ПК-4 — Способен проектировать подсистемы и элементы систем управления ракет и других летательных аппаратов

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПК-3	ОПК-Д-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.	13	6	4	2	7	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 уравнениями Пуассона 2.4 БИНС с параметрами Родрига — Гамильтона.	35	19	13	6	16	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.	29	19	13	6	10	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.	19	3	2	1	16	20	20
4	8	Раздел 5. Приборная реализация интегрированных ИСНС. 5.1 Глубокоинтегрированная схема комплексирования 5.2 Перспективы микросхемной интеграции ИСНС.	12	4	2	2	8	20	20
Всего за 8 семестр			108	51	34	17	57	100	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	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	7
2	Раздел 2. Инерциальные навигационные системы (ИНС).	Подготовка к практическим занятиям. Изучение предусмотренной программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	16
3	Раздел 3. Спутниковые навигационные системы (СНС).	Подготовка к практическим занятиям. Изучение предусмотренной программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	10
4	Раздел 4. Интегрированные инерциально-спутниковые навигационные (ИСН) системы.	Подготовка к практическим занятиям. Изучение предусмотренной программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	16
5	Раздел 5. Приборная реализация интегрированных ИСНС.	Подготовка к практическим занятиям. Изучение предусмотренной программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	8
Всего за 8 семестр			57

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
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. . Глобальные навигационные системы. Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, 17 экз.
3. В. К. Хамидуллин. . Технические средства навигации и управления движением. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, эл. рес.
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. Проектор;
2. 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 Информационные и управляющие системы БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой ИЗ Системы управления и компьютерные технологии.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-3 Способен определять состав и структуру системы управления летательным аппаратом, выбирать способ управления полетом;
ОПК.Д-3 Способен самостоятельно решать задачи управления в специальных организационно-технических системах на базе последних достижений науки и техники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с назначением, принципами построения, составом и характеристиками навигационных систем летательных аппаратов различных типов: систем околосредовой 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 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

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

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

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

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

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Системы координат.		
подготовка к практическим занятиям	В. К. Хамидуллин. . Глобальные навигационные системы: Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (глава 1) В. В. Матвеев, В. Я. Распопов. . Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем: СПб.: Изд-во ЦНИИ "Электроприбор", 2009 (глава 1) В. К. Хамидуллин. . Технические средства навигации и управления движением: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (глава 1)	7
Итого по разделу 1		7
Раздел 2. Инерциальные навигационные системы (ИНС).		
Подготовка к практическим занятиям. Изучение предусмотренной программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	В. В. Матвеев, В. Я. Распопов. . Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем: СПб.: Изд-во ЦНИИ "Электроприбор", 2009 (глава 2) В. К. Хамидуллин. . Глобальные навигационные системы: Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (глава 3)	16
Итого по разделу 2		16
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)	10
Итого по разделу 3		10
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 "Электроприбор", 2009 (глава 5)	16
Итого по разделу 4		16
Раздел 5. Приборная реализация интегрированных ИСНС.		
Подготовка к практическим занятиям. Изучение предусмотренной программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	К. К. Веремеенко, С. Ю. Желтов, Н. В. Ким. . Современные информационные технологии в задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009 (глава 8)	8
Итого по разделу 5		8

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 бально-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.

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-3	ОПК-Д-3	
4	8	Раздел 1. Системы координат.	13	6	4	2	7	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ
4	8	Раздел 2. Инерциальные навигационные системы (ИНС).	35	19	13	6	16	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ
4	8	Раздел 3. Спутниковые навигационные системы (СНС).	29	19	13	6	10	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ
4	8	Раздел 4. Интегрированные инерциально-спутниковые навигационные (ИСН) системы.	19	3	2	1	16	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ
4	8	Раздел 5. Приборная реализация интегрированных ИСНС.	12	4	2	2	8	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ
Всего за 8 семестр			108	51	34	17	57	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	

Оценочные материалы по дисциплине НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

ПК-3 - Способен определять состав и структуру системы управления летательным аппаратом, выбирать способ управления полетом

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Что такое эфемериды спутников?
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Приборы и устройства с помощью которых осуществляется инерциальная навигация:
1. акселерометры
 2. гироскопические устройства
 3. вычислительные устройства (ЭВМ)
 4. спутники
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Определите спутниковые навигационные системы второго поколения
- 1 GPS
 - 2 ГЛОНАСС-К
 - 3 Цикада
 - 4 ГЛОНАСС
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Укажите факторы влияющие на точность глобальных навигационных систем:
1. Синхронизация сигналов спутника
 2. Количество и расположение спутников
 3. Направленность действия приемной антенны
 4. Влияние атмосферы
- № 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
В отличие от GPS и ГЛОНАСС китайская Beidou имеет:



Космический сегмент (см.рис.)

- № 6 Прочитайте текст и установите соответствие
Сопоставьте основные элементы спутниковой навигации с понятиями:
1. Космический сегмент
 2. Наземный комплекс
 3. Пользовательский сегмент
- а) Этот сегмент включает станции слежения, командно-измерительные комплексы и центр управления, которые отвечают за мониторинг спутников, поддержание их работы и распространение данных.
- б) Это устройства (например, GPS-приемники, смартфоны, навигационные системы) на Земле, которые принимают сигналы от спутников и рассчитывают координаты пользователя.
- в) Это система навигационных спутников, которые вращаются вокруг Земли и передают сигналы для определения местоположения.
- № 7 Прочитайте текст и установите соответствие
Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС):
1. GPS (Global Positioning System)
 2. ГЛОНАСС (Глобальная навигационная спутниковая система)

3. Galileo

4. Beidou

а)Россия

б)США

в)Китай

г)Европейский союз

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

В каком порядке расставить системы координат околоземной навигации для правильной работы навигационной системы:

1.Земная система координат

2.Система координат сенсорного блока

3.Местная горизонтальная (географическая) система координат

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите последовательность структуры передачи сигнала в космическом сегменте:

1. Обработка сигнала

2. Восходящая передача

3. Нисходящая передача

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

Навигационная система (навигационный комплекс) — это

1. Совокупность приборов, алгоритмов и программного обеспечения, позволяющих произвести ориентирование объекта в пространстве (осуществить навигацию).

2. Система, предназначенная для определения местоположения (географических координат) наземных, водных и воздушных объектов, а также низкоорбитальных космических аппаратов.

3. Разновидности методов навигации, основанные на явлении инерции.

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

Выберите из приведенного списка к каким системам относятся QZSS, IRNS:

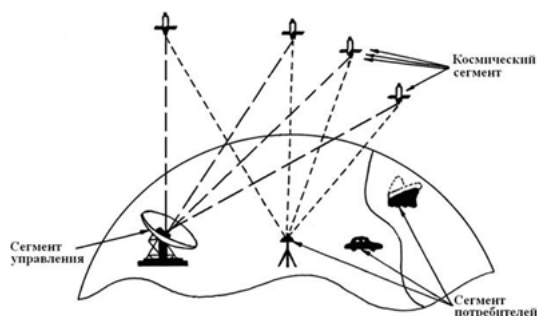
А) региональные спутниковые системы

Б) локальные навигационные системы

В) глобальные навигационные системы

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

Основная структура ГНСС:



А) Космический сегмент, сегмент управления, сегмент потребителей

Б) Космический сегмент, сегмент управления, сегмент потребителей, наземные контрольные станции.

ОПК.Д-3 - Способен самостоятельно решать задачи управления в специальных организационно-технических системах на базе последних достижений науки и техники

№ 1 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите глобальные навигационные спутниковые системы с государством/объединением, реализующим соответствующий проект:

Спутниковая система	Страна/объединение
1. Galileo	А. США
2. Beidou	Б. Европейский союз
3. GPS	В. Китай

- № 2 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие из перечисленных систем относятся к современным глобальным навигационным спутниковым системам (ГНСС / GNSS)? Выберите все верные варианты:
- а) ГЛОНАСС;
 - б) GPS;
 - в) Galileo;
 - г) Beidou;
 - д) QZSS.
- № 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
К каким системам относятся QZSS и IRNSS?
- № 4 Прочитайте текст и установите последовательность
Установите правильную последовательность преобразования координат от измерений инерциальной навигационной системы (ИНС) до получения координат (широты, долготы, высоты):
- 1 Преобразование в земную систему координат (ECEF).
 - 2 Преобразование из системы координат сенсорного блока в местную горизонтальную систему.
 - 3 Получение первичных измерений ускорений и угловых скоростей в системе координат сенсорного блока.
 - 4 Преобразование в инерциальную систему координат.
 - 5 Вычисление географических координат (широта, долгота, высота) на основе земной системы координат.
- № 5 Прочитайте текст и установите последовательность
Расположите в правильной последовательности шаги для определения углов ориентации (крена, тангажа и курса) с использованием матрицы
1. Вычисление углов ориентации по элементам матрицы (γ , θ , φ).
 2. Измерение угловых скоростей и ускорений в системе координат сенсорного блока.
 3. Формирование матрицы направляющих косинусов между местной горизонтальной СК и СК твердого тела.
 4. Применение поворотов Эйлера для согласования систем координат.
 5. Калибровка и компенсация погрешностей установки датчиков.
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Что служит основой для определения направления оси X в инерциальной системе координат? Выберите один наиболее точный вариант:
- а) направление на Северный полюс мира;
 - б) направление от Земли к Солнцу в момент весеннего равноденствия;
 - в) направление на Гринвичский меридиан;
 - г) направление вдоль оси вращения Земли;
 - д) направление на точку осеннего равноденствия.
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие из перечисленных систем координат являются инерциальными или приближенно инерциальными? Выберите все верные варианты:
- а) инерциальная система координат с началом в центре Земли и осью X, направленной в сторону весеннего равноденствия;
 - б) земная система координат (ECEF);
 - в) местная горизонтальная (географическая) система координат;
 - г) ортодромическая система координат;
 - д) система координат, используемая в моменты весеннего и осеннего равноденствия как квазиинерциальная.
- № 8 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Чем отличаются ГЛОНАСС –навигаторы от GPS –навигаторов?
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие параметры необходимы для преобразования координат из земной системы в местную горизонтальную? Выберите все подходящие варианты:
- а) широта (φ) точки местоположения;
 - б) долгота (λ) точки местоположения;
 - в) высота (h) над поверхностью Земли;
 - г) угловая скорость вращения Земли (U);
 - д) эксцентриситет эллипсоида (e).
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Укажите среднюю высоту орбит и номинальное (штатное) число используемых спутников в глобальных навигационных спутниковых системах: ГЛОНАСС (Россия). Выберите вариант, полностью соответствующий фактическим данным:

Варианты ответа:

- а) GPS: высота — 19 100 км, номинальное число спутников — 24;
ГЛОНАСС: высота — 20 200 км, номинальное число спутников — 31.
- б) GPS: высота — 25 000 км, номинальное число спутников — 30;
ГЛОНАСС: высота — 22 000 км, номинальное число спутников — 28.

в) GPS: высота — 20 200 км, номинальное число спутников — 24;
ГЛОНАСС: высота — 19 100 км, номинальное число спутников — 24.

г) GPS: высота — 35 786 км, номинальное число спутников — 24;
ГЛОНАСС: высота — 19 400 км, номинальное число спутников — 24.

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

Радионавигационная система (РНС) США, обеспечивавшая покрытие практически всего земного шара, называлась:

1. «Омега»;
2. «Транзит»;
3. «Полярис»;
4. «Цекада».

№ 12 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите спутниковые системы с их типом — глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС) или региональная навигационная сп

Спутниковая система	Тип системы
---------------------	-------------

- | | |
|------------|--------------------------------------------------------|
| 1. GPS | А. Региональная навигационная спутниковая система |
| 2. QZSS | Б. Глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС) |
| 3. GLONASS | |
| 4. IRNSS | |
| 5. BeiDou | |