



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора

_____ А.В. Троицкий

«____» _____ 2023 г.

ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

**КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

**«УПРАВЛЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В
КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ (ПРОФИЛЬ 1 НИИ КС) (МОДУЛЬ):
СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ»**

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах

Профиль: Информационные системы и средства управления технологическими процессами

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Королев
2023

Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе основной профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.

Автор: д.т.н., профессор Чаплинский В.С. Рабочая программа дисциплины: Управление и информационные технологии в космических системах (профиль 1 НИИ КС) (модуль): Системы навигации. – Королев МО: «Технологический университет», 2023 г.

Рецензент: д.т.н., профессор Вокин Г.Г.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 27.03.04 Управление в технических системах и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Технологического университета. Протокол № 9 от 11 апреля 2023 г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Артюшенко В.М. д.т.н. профессор 			
Год утверждения (переутверждения)	2023			
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 12 от 05.04.2023			

Рабочая программа согласована:

Руководитель ОПОП  к.т.н., доц. Е.Н. Дмитренко

Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:

Год утверждения (переутверждения)	2023			
Номер и дата протокола заседания УМС	№ 5 от 11.04.2023			

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Целью изучения дисциплины «Космические системы навигации, связи и управления» является формирование у бакалавров теоретических знаний и практических навыков о принципах построения и структуре сетевых спутниковых навигационно-временных систем, достижимой с их использованием точности навигационных определений и временной синхронизации при решении задач местоопределения и частотно-временной синхронизации; принципах построения и использования космических систем связи и комплексов управления космическими аппаратами. Изучение дисциплины содействует формированию системного мышления.

В процессе обучения студент приобретает и совершенствует следующие компетенции:

профессиональные компетенции

- ПК-1 – Способен проводить исследования электронных средств и электронных систем БКУ АКА;
- ПК-2 – Способен осуществлять проектирование электронных средств и электронных систем БКУ АКА.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- изучение методов, алгоритмов и технологии определения местоположения и составляющих скорости авиакосмических, морских и наземных стационарных и подвижных объектов с использованием космических навигационных систем Глонасс, GPS и Галилleo;
- изучение принципов построения космических систем связи на средневысотных и низких орбитах, принципов построения комплексов непосредственного и ретрансляционного управления объектами.
- изучение технологий применения комплексов управления объектами космической деятельности) космических навигационных систем.

После завершения освоения данной дисциплины студент должен необходимые знания:

- Языки программирования и языки поведенческого описания; аналоговую и цифровую схемотехнику, дисциплины естественнонаучного и математического цикла в рамках основной профессиональной образовательной программы;
- Стандарты Единой системы программной документации (ЕСПД), ЕСКД и ЕСТД.
- Межгосударственные и национальные стандарты РКТ, стандарты организации.
- Электротехнику и электронику

необходимые умения:

- Осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, применяя современные, компьютерные и сетевые технологии.. Работать с современными системами автоматизированного проектирования и системами электронного документооборота.

- Осваивать новые образцы программных, технических и информационных технологий.
- Выявлять причины неисправностей и отказов в работе оборудования.
- Использовать нормативные правовые акты, справочные материалы для корректного проектирования электронных средств и электронных систем.
- На научной основе организовывать свой труд самостоятельно оценивать результаты своей деятельности.
- Осваивать новые образцы программных, технических средств и информационных технологий

трудовые действия:

- Методами теоретических исследований электронных систем БКУ АКА.
- Навыками разработки рекомендаций и заключений по использованию результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ электронных средств и электронных систем БКУ АКА;
- Навыками разработки и корректировки программной и конструкторской документации на электронные средства и электронные системы БКУ АКА.
- Анализирует результаты моделирования и тестирования электронных средств и электронных систем БКУ АКА

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина Управление и информационные технологии в космических системах (профиль НИИ КС) (модуль): Системы навигации. относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений, основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах».

Изучение данной дисциплины базируется на ранее изученных дисциплинах: «Математическая логика и теория алгоритмов», «Дифференциальные уравнения», «Вычислительные сети, системы и телекоммуникации», и компетенциях: ОПК-1,2,3,4,6,7,8,11..

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при выполнении выпускной квалификационной работы бакалавра.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины для студентов очной формы обучения составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Виды занятий	Всего часов	Семестр седьмой
Общая трудоемкость	72	72
Аудиторные занятия	16	16
Лекции (Л)	8	8
Практические занятия (ПЗ)	8	8
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа	56	56
Курсовые работы, проекты	-	-
Контрольная работа, домашнее задание	+ -	+ -
Текущий контроль знаний (7 - 8, 15 - 16 недели)	Тест	T1; T2
Вид итогового контроля	Экзамен	Экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, час	Практические занятия, час	Занятия в интерактивной форме, час	Код компетенций
Тема 1. Применение широкополосных сигналов в космической дальнометрии.	1	1		ПК-1, ПК-2
Тема 2. Комплексы многопутевых измерений навигационных параметров.	1	1		ПК-1, ПК-2
Тема 3. Угломерные измерительные системы.	2	2	2	ПК-1, ПК-2
Тема 4. Принципы формирования и структура измерительной информации.	2	2		ПК-1, ПК-2
Тема 5. Принципы построения радиотелеметрических систем ЛА.	2	2	2	ПК-1, ПК-2
Итого	8	8	4	

4.2. Содержание тем дисциплины

Тема 1. Применение широкополосных сигналов в космической дальнометрии.

Свойства псевдошумовых дальномерных последовательностей (ПСП). Выбор параметров ПСП для обеспечения требуемой точности и однозначности измерений. Формирование псевдошумовых дальномерных последовательностей. Структурная схема системы.

Тема 2. Комплексы многопутевых измерений навигационных параметров.

Сущность многопутевых измерений навигационных параметров. Соотношения связи навигационных величин с результатами измерений. Принципы определения суммарной дальности по измерениям суммарной псевдодальности. Условия определения по данным суммарно-доплеровских измерений скоростных параметров движения ЛА. Сличение начальных фаз сигналов и номиналов частот разнесенных генераторов сигналов.

Тема 3. Угломерные измерительные системы.

Радиотехнические угломерные системы пеленгационного типа. Радиointерферометры. Выбор структуры и параметров фазовых пеленгаторов космического назначения. Астрооптические угломерные системы.

Тема 4. Принципы формирования и структура измерительной информации.

Выбор дискретности измерения навигационных функций, исходя из теоремы Котельникова и закона распределения погрешности измерений. Адресная информация сеансного массива измерений. Структура сеансного информационного массива. Определение цены отсчетной единицы при представлении результатов измерения координатных и скоростных навигационных параметров. Файловая и специальная структуры измерительной информации.

Тема 5. Принципы построения радиотелеметрических систем ЛА.

Назначение систем телеконтроля ЛА. Основные требования к радиотелеметрическим системам. Общая схема радиотелеметрической системы. Радиолинии передачи телеметрической информации. Применяемые виды модуляции сигналов в космических РТМС. Системы с частотно-импульсной модуляцией, с биортогональными кодами.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине

1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины. Приложение 1.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Структура фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведена в Приложении 1.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Радионавигационные системы воздушных судов: Учебник / О.Н. Скрыпник. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2021. - 348 с.: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=399612>

2. Орбитальное функционирование связанных космических объектов: Учебное пособие / В.А. Иванов, С.А. Купреев, В.С. Ручинский. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2021. - 320 с.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=373427>
3. Белоконов, И. В. Навигация с помощью глобальных спутниковых систем [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / А. В. Крамлих, Ю. Ф. Широков, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. акад. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т), И. В. Белоконов .— Самара: Изд-во СГАУ, 2021 .)
<http://rucont.ru/efd/229993?cldren=0>

Дополнительная литература:

1. Алешечкин, А. М. Определение угловой ориентации объектов по сигналам спутниковых радионавигационных систем [Электронный ресурс] : монография / А. М. Алешечкин. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. – 176 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=507422>
2. Владимиров, В.М. Дистанционное зондирование Земли [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. М. Владимиров, Д. Д. Дмитриев, О. А. Дубровская [и др.] ; ред. В. М. Владимиров. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. – 196 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=506009>
3. Ботов, М. И. Введение в теорию радиолокационных систем [Электронный ресурс] : монография / М. И. Ботов, В. А. Вяхирев, В. В. Девотчак; ред. М. И. Ботов. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 394 с.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=492976>
4. Тяпкин, В. Н. Методы определения навигационных параметров подвижных средств с использованием спутниковой радионавигационной системы ГЛОНАСС [Электронный ресурс] : монография / В. Н. Тяпкин, Е. Н. Гарин. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 260 с. - ISBN 978-5-7638-2639-5. Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php?bookinfo=442662>

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. www.toroid.ru/sherbinaUV.html
2. sau.tti.sfedu.ru › Студенту › Библиотека

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) приведены в Приложении 2.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения: LibreOffice, MatLab, VisSim, Multisim.

Информационные справочные системы: не предусмотрено курсом данной дисциплины.

Ресурсы информационно-образовательной среды Университета:
Рабочая программа и методическое обеспечение по дисциплине «Системы навигации».

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран).
- комплект электронных презентаций / слайдов на темы лекций №1-9.

Практические занятия:

- учебный класс, оснащенный вычислительной техникой (ПК), программами для компьютерного моделирования систем управления Multisim.
- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

**Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации
обучающихся по дисциплине**

ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

***КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ***

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ
АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
« СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ »**

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах

Профиль: Информационные системы и средства управления технологическими процессами

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Королев
2023

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)*	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции (или ее части)	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции (или ее части), обучающийся должен:		
				необходимые знания	необходимые умения	трудовые действия
1.	ПК-1	способность проводить исследования электронных средств и электронных систем БКУ АКА	<p>Тема 1. Применение широкополосных сигналов в космической дальнометрии</p> <p>Тема 2. Комплексы многопутевых измерений навигационных параметров.</p> <p>Тема 3. Угломерные измерительные системы.</p> <p>Тема 4. Принципы формирования и структура измерительной информации.</p> <p>Тема 5. Принципы построения радиотелеметрических систем ЛА.</p>	Языки программирования и языки поведенческого описания; аналоговую и цифровую схемотехнику, дисциплины естественнонаучного и математического цикла в рамках основной профессиональной образовательной программы	Осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, применяя современные, компьютерные и сетевые технологии.. Работать с современными системами автоматизированного проектирования и системами электронного документооборота. Осваивать новые образцы программных, технических и информационных технологий	Методами теоретических исследований электронных систем БКУ АКА. Навыками разработки рекомендаций и заключений по использованию результатов научных и опытно-конструкторских работ электронных средств и электронных систем БКУ АКА

2.	ПК-2	способность осуществлять проектирование электронных средств и электронных систем БКУ АКА и контроль над их изготовлением	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5.	Стандарты Единой системы программной документации (ЕСПД), ЕСКД и ЕСТД. Межгосударственные и национальные стандарты РКТ, стандарты организации . Электротехнику и электронику	Выявлять причины неисправностей и отказов в работе оборудования. Использовать нормативные правовые акты, справочные материалы для корректного проектирования электронных средств и электронных систем. На научной основе организовывать свой труд самостоятельно оценивать результаты своей деятельности. Осваивать новые образцы программных, технических средств и информационных технологий	Навыками разработки и корректировки программной и конструкторской документации на электронные средства и электронные системы БКУ АКА. Анализирует результаты моделирования и тестирования электронных средств и электронных систем БКУ АКА
----	------	--	---	---	--	---

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции	Инструменты, оценивающие	Показатель оценивания	Критерии оценки
-----------------	--------------------------	-----------------------	-----------------

	сформированность компетенции	компетенции	
ПК-1 ПК-2	Письменное задание Решение задач по темам дисциплины	А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) – 5 баллов Б) частично сформирована: •компетенция освоена на продвинутом уровне – 4 балла; •компетенция освоена на базовом уровне – 3 балла; В) не сформирована (компетенция не освоена) – 2 и менее баллов	Проводится в письменной форме Критерии оценки: Время, отведенное на процедуру – 10 - 15 мин. Неявка – 0. 1.Соответствие содержания отчёта заданию (1 балл). 2.Полнота проведения расчётов и обоснований (2 балла). 3.Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл). 4.Качество самой представленной работы (1 балл). Максимальная сумма баллов - 5 баллов. Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.
ПК-1 ПК-2	Контрольное задание	А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) – 5 баллов Б) частично сформирована: •компетенция освоена на продвинутом уровне – 4 балла; •компетенция освоена на базовом уровне – 3 балла; В) не сформирована (компетенция не освоена) – 2 и менее баллов	Проводится в письменной форме Время, отведенное на процедуру – 30 мин. Неявка – 0. Критерии оценки: 1.Соответствие содержания проекта (реферата) заданной тематике (1 балл). 2.Полнота изложения (2 балла). 3. Качество оформления работы (1 балл). 4. Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл). Максимальная сумма баллов - 5 баллов. Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не

			позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.
ПК-1 ПК-2	Реферат Выступление с докладом на практическом занятии	А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) – 5 баллов Б) частично сформирована: •компетенция освоена на продвинутом уровне – 4 балла; •компетенция освоена на базовом уровне – 3 балла; В) не сформирована (компетенция не освоена) – 2 и менее баллов	Проводится в письменной форме Критерии оценки: 1.Соответствие содержания реферата заданной тематике (1 балл). 2.Полнота изложения (2 балла). 3. Качество оформления работы (1 балл). 4. Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл). Максимальная сумма баллов - 5 баллов. Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Контрольное задание:

Для текущего контроля успеваемости используются опросы и оценка заданий, выданных на практических занятиях.

Тематика письменных заданий:

1. Методика расчёта упреждения релятивистского смещения шкал времени в космических навигационных системах типа ГЛОНАСС;
2. Методика расчёта релятивистского смещения шкал времени разнесенных наземных пунктов;
3. Методика расчёта релятивистского смещения шкалы времени на космическом аппарате при приёме сигналов Глонасс.
4. Методика обоснования энергетических показателей измерительных каналов и точности навигационных измерений.

Примерная тематика реферата:

1. Использование КНС для местоопределения подвижных объектов, пользователей внутри городских застроек, в гористой и лесистой местности.
2. Использование приемников КНС для определения местоположения абонента сотовой связи
3. Использование космических навигационных систем для синхронизации работы средств сотовой связи

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Формой контроля знаний по дисциплине являются две текущие аттестации в виде тестов и одна промежуточная аттестация в виде экзамена в устной форме.

Неделя текущего контроля	Вид оценочного средства	Код компетенций, оценивающий знания, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
согласно графику учебного процесса	Тестирование (защита письменных заданий)	ПК-1 ПК-2	Задания 1-3	Оформление отчётов по каждому заданию	Результаты тестирования предоставляются в день защиты письменных заданий	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка -0 Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо – от 61%. Отлично – от 81%.
согласно графику учебного процесса	Тестирование	ПК-1 ПК-2	Задания 4	Оформление отчётов по каждому заданию	Результаты тестирования предоставляются в день защиты письменных заданий	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка -0 Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо – от 61%. Отлично – от 81%. Максимальная оценка – 5 баллов.
согласно графику учебного процесса	Экзамен	ПК-1 ПК-2	2 вопроса, 1 практическое задание	Экзамен проводится в письменной форме путем ответа на вопросы и решения практического задания. Время	Результаты предоставляются в день проведения экзамена	Критерии оценки: «Отлично»: • знание основных понятий предмета; • умение использовать и применять полученные знания на практике; • работа на практических занятиях; • знание основных

			отведенное на процедуру – 0,35 часа на студента.	<p>научных теорий, изучаемых предметов;</p> <ul style="list-style-type: none"> • ответ на вопросы билета. <p>«Хорошо»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • знание основных понятий предмета; • умение использовать и применять полученные знания на практике; • работа на практических занятиях; • знание основных научных теорий, изучаемых предметов; • ответы на вопросы билета • с ошибкой решено практическое задание <p>«Удовлетворительно»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; • незнание неумение использовать и применять полученные знания на практике; • не работал на практических занятиях; <p>«Неудовлетворительно»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; • незнание основных понятий предмета; • неумение использовать и применять полученные знания на практике; • не работал на практических занятиях; • не отвечает на вопросы.
--	--	--	--	--

Итоговое начисление баллов по дисциплине осуществляется в соответствии с разработанной и внедренной балльно-рейтинговой системой контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся.

4.1. Типовые задания на тестирование

По дисциплине проводятся две текущие аттестации в виде защиты письменных заданий. По форме заданий предоставляется письменный отчет. Содержание отчёта должно соответствовать заданию, а также выполняется полное проведение расчетов и обоснований.

Предлагаются задания №1-3 (неделя текущего контроля 7-8).

1. Соотношение для определения скорости релятивистского смещения шкалы времени КА относительно наземного пункта.
2. Расчёт геоцентрической скорости КА на круговой околоземной орбите.
3. Расчёт геоцентрической скорости наземного пункта.

4. Определение гравитационного потенциала КА и наземного пункта.
5. Соотношения интервалов собственного времени излучателя сигнала и приемника сигнала и интервалов собственного времени приемника и излучателя сигнала
6. Выражение интервала собственного времени приемника $\Delta\tau_n$ через интервал собственного времени излучателя $\Delta\tau_u$,
7. Выражение интервала собственного времени излучателя $\Delta\tau_u$ через интервал собственного времени приемника $\Delta\tau_n$.

Предлагаются задания №4 (неделя текущего контроля 15-16).

1. Формула расчёта мощности принимаемого в радиолинии сигнала, выраженная через параметры радиолинии.
2. Соотношение для оценки потенциальной точности измерения временного запаздывания принимаемого сигнала. Соотношение для оценки потенциальной точности измерения частотного смещения принимаемого сигнала.
3. Эквивалентное время приема сигнала при измерении частотного смещения.
4. Связь порогового значения отношения энергии принимаемого сигнала к спектральной плотности шума и мощности принимаемого сигнала при измерении скоростных параметров летательных аппаратов
5. Выражение для расчёта полосы частот фильтра выделения сигнала при измерении скоростных параметров летательных аппаратов.

4.2. Типовые вопросы, выносимые на экзамен

1. Показатели качества радионавигационного обеспечения.
2. Принципы определения координат и составляющих скорости объектов - потребителей спутниковых радионавигационных систем.
3. Измеряемые в СРНС навигационные параметры. Псевдодальность и радиальная псевдоскорость.
4. Назначение и структура системы Глонасс. Решаемые с использованием системы прикладные задачи.
5. Орбитальная структура системы GPS . Навигационные космические аппараты
6. Наземный комплекс управления системы Глонасс.
7. Эфемеридное и частотно-временное обеспечение системы Глонасс.
8. Навигационные сигналы Глонасс.
9. Навигационные сигналы GPS.
10. Требования к стабильности бортовых генераторов сигнала и бортовых шкал времени.

11. Формирование единой шкалы времени в КНС Глонасс.
12. Наземный комплекс управления КНС GPS.
13. Состав и структура космической навигационной системы Галилео.
14. Задачи и принципы комплексного использования навигационных сигналов СРНС.
15. Дифференциальный режим применения спутниковых радионавигационных систем.
16. Общие сведения о широкозонных дифференциальных подсистемах.
17. Общие сведения о региональных дифференциальных подсистемах.
18. Назначение и структура навигационной аппаратуры потребителей СРНС.
19. Применение СРНС для обеспечения индивидуальной навигации человека.
20. Принципы угловых определений с помощью СРНС.
21. Методы применения СРНС для мониторинга городского автотранспорта.
22. Принципы комплексирования навигационных, телеметрических и связанных средств обеспечения мониторинга и управления подвижными средствами.
23. Пути и средства обеспечения временной синхронизации.
24. Определение времени с использованием СРНС.
25. Применение СРНС для высокоточного контроля местоположения в горном деле, при строительстве, в геодезических работах, для создания земельного кадастра.
26. Низкоорбитальные системы связи. Область применения. Преимущества и недостатки.
27. Отечественные низкоорбитальные системы связи «Гонец», «Иридиум». Проекты Teledesic и SkyBridge.
28. Отечественные системы ретрансляции ТВ-программ и дальней радиосвязи «Молния-3», «Молния-1Т». Система «Сириус» (США). Типы пользовательских терминалов, система «Орбита».
29. Системы связи на геостационарных орбитах. Службы спутниковой связи (фиксированная, подвижная, радиовещательная). Требуемый энергетический баланс.
30. Геостационарные КА связи «Экспресс» и «Ямал». Система «Интелсат». Наземные станции.
31. Космические системы ретрансляции информации «Луч» и ТДРСС.
32. Требования к командному телеуправлению. Командно-программная информация. Имитозащита КПИ.

Приложение 2

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

***КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ***

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ
ДИСЦИПЛИНЫ**

« СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ»

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах

Профиль: Информационные системы и средства управления технологическими процессами

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Королев
2023

1. Общие положения

Цель дисциплины: формирование у бакалавров теоретических знаний и практических навыков о принципах построения и структуре сетевых спутниковых навигационно-временных систем, достижимой с их использованием точности навигационных определений и временной синхронизации при решении задач местоопределения и частотно-временной синхронизации; принципах построения и использования космических систем связи и комплексов управления космическими аппаратами.

Изучение дисциплины содействует формированию системного мышления.

Задачи дисциплины:

- изучение методов, алгоритмов и технологии определения местоположения и составляющих скорости авиакосмических, морских и наземных стационарных и подвижных объектов с использованием космических навигационных систем Глонасс, GPS и Галиллео. Изучение принципов построения космических систем связи на средневысотных и низких орбитах, принципов построения комплексов непосредственного и ретрансляционного управления объектами.

- ознакомление с принципами применения космических навигационных систем при решении задач топогеодезического обеспечения, проведении землеустроительных и кадастровых работ, для мониторинга транспортных средств, повышения безопасности самолетовождения на маршруте полета и в аэродромной зоне, мореплавания в акваториях и портах и при решении других прикладных задач. Ознакомление с принципами построения и применения дифференциальных приложений для повышения точности местоопределения объектов. Ознакомление с технологиями построения телекоммуникационных сетей на базе космических средств связи.

- изучение технологий применения комплексов управления объектами космической деятельности) космических навигационных систем.

2. Указания по проведению практических занятий

Практическое занятие 1

Образовательные технологии:

Технологии формирования ключевых компетентностей; мозговой штурм, круглый стол.

Тема 1. Применение широкополосных сигналов в космической дальнометрии.

Учебные вопросы

Параметры псевдошумовой дальномерной системы, обеспечивающей требуемую точность измерений дальности до КА при высоте орбиты 10 тыс.км.

(задание **Задание 1.** Определить технические параметры псевдошумовой дальномерной системы, предназначенной для траекторных измерений КА на околокруговых орбитах со средней высотой h до 10 тыс.км : номинальное значение тактовой частоты F_T , необходимое количество триггеров в регистре сдвига M и период $T_{ПСП}$ повторения ПСП, диаметр наземной параболической антенны d_A , мощность наземного передатчика P_H

при следующих исходных данных: мощность бортового передатчика $P_б = 3\text{Вт}$; коэффициент усиления бортовой антенны $G_б = 0,1$; мощность сигнала на несущей частоте, равную 0,15 от общей мощности передатчиков радиолиний; среднеквадратическая погрешность измерений $\sigma L \leq 3\text{м}$; максимальная погрешность априорной информации о дальности $\delta \tilde{L} = 100\text{км}$. Несущая частота радиолинии запроса 2,1 ГГц, ответа 2,3 ГГц. Минимальный угол места наземной антенны при измерении $\gamma = 5$ град.

Принять эффективную шумовую температуру бортового приемника $T_{шб} = 900^\circ\text{K}$, наземного приемника $T_{шн} = 285^\circ\text{K}$, относительное значение СКО измерений $\frac{\sigma L}{cF_T} = 0,02$.) и до КА на околокруговых орбитах от низких - со

средней высотой от 200 км до геостационарных - средняя высота 35809 км

(**Задание 2.** Определить технические параметры псевдошумовой дальномерной системы, предназначенной для траекторных измерений КА на околокруговых орбитах от низких (со средней высотой от 200 км) до геостационарных (средняя высота 35809 км): номинальное значение тактовой частоты F_T , необходимое

количество триггеров в регистре сдвига M и период $T_{ПСП}$ повторения ПСП, диаметр наземной параболической антенны d_A , мощность наземного

передатчика P_H при следующих исходных данных: мощность бортового передатчика $P_б = 5\text{Вт}$; коэффициент усиления бортовой антенны $G_б = 0,1$; мощность сигнала на несущей частоте, равную 0,2 от общей мощности передатчиков радиолиний; среднеквадратическая погрешность измерений

$\sigma L \leq 3\text{м}$; максимальная погрешность априорной информации о дальности $\delta \tilde{L} = 150\text{км}$. Несущая частота радиолинии запроса 2,1 ГГц, ответа 2, 3 ГГц. Минимальный угол места наземной антенны при измерении $\gamma = 5$ град.

Принять эффективную шумовую температуру бортового приемника $T_{шб} = 900^\circ\text{K}$, наземного приемника $T_{шн} = 285^\circ\text{K}$, относительное значение СКО измерений

$\frac{\sigma L}{cF_T} = 0,02$).

Задание 1.1. Определить технические параметры псевдошумовой дальномерной системы, предназначенной для траекторных измерений КА на околокруговых орбитах со средней высотой h до 10 тыс.км : номинальное значение тактовой частоты F_T , необходимое количество триггеров в регистре сдвига M и период $T_{ПСП}$ повторения ПСП, диаметр наземной параболической антенны d_A , мощность наземного передатчика P_H при следующих исходных данных: мощность бортового передатчика $P_б = 3\text{Вт}$; коэффициент усиления бортовой антенны $G_б = 0,1$; мощность сигнала на несущей частоте, равную 0,15 от общей мощности передатчиков радиолиний; среднеквадратическая погрешность измерений $\sigma L \leq 3\text{м}$; максимальная погрешность априорной информации о дальности $\delta \tilde{L} = 100\text{км}$. Несущая частота радиолинии запроса 2,1 ГГц, ответа 2,3 ГГц. Минимальный угол места наземной антенны при измерении $\gamma = 5$ град. Принять эффективную шумовую температуру бортового приемника $T_{шб} = 900^\circ\text{K}$, наземного приемника $T_{шн} = 285^\circ\text{K}$, относительное значение СКО измерений $\frac{\sigma L}{cF_T} = 0,02$.

Задание 1.2. Определить технические параметры псевдошумовой дальномерной системы, предназначенной для траекторных измерений КА на околокруговых орбитах от низких (со средней высотой от 200 км) до геостационарных (средняя высота 35809 км): номинальное значение тактовой частоты F_T , необходимое количество триггеров в регистре сдвига M и период $T_{ПСП}$ повторения ПСП, диаметр наземной параболической антенны d_A , мощность наземного передатчика P_H при следующих исходных данных: мощность бортового передатчика $P_б = 5\text{Вт}$; коэффициент усиления бортовой антенны $G_б = 0,1$; мощность сигнала на несущей частоте, равную 0,2 от общей мощности передатчиков радиолиний; среднеквадратическая погрешность измерений $\sigma L \leq 3\text{м}$; максимальная погрешность априорной информации о дальности $\delta \tilde{L} = 150\text{км}$. Несущая частота радиолинии запроса 2,1 ГГц, ответа 2, 3 ГГц. Минимальный угол места наземной антенны при измерении $\gamma = 5$ град. Принять эффективную шумовую температуру бортового приемника $T_{шб} = 900^\circ\text{K}$, наземного приемника $T_{шн} = 285^\circ\text{K}$, относительное значение СКО измерений $\frac{\sigma L}{cF_T} = 0,02$..

Основная литература

1. Радиосистемы управления, учебник для ВУЗов, под ред. В.А. Вейцеля. М.: Дрофа, 2005. - 411 с

2. Чаплинский В.С. Применение широкополосных сигналов в космической дальнометрии. Электронная версия лекции..

Дополнительная литература

Чаплинский В.С. Практические задания по теме «Применение широкополосных сигналов в космической дальнометрии». Электронная версия.

Продолжительность занятия 2 ч.

Практическое занятие 2

Тема 2. Методы измерения угловых координат КА

Учебные вопросы

Технические параметры многошкальной фазовой угломерной системы, предназначенной для траекторных измерений КА на геостационарных орбитах.

Задание 2.1. Определить технические параметры многошкальной фазовой угломерной системы, предназначенной для траекторных измерений КА на геостационарных орбитах: состав и номинальные значения угломерных баз, диаметр наземных параболических антенны d_A , при следующих исходных данных: мощность бортового передатчика $P_6 = 3 \text{ Вт}$; коэффициент усиления бортовой антенны $G_6 = 0,1$; среднеквадратическая погрешность измерений $\sigma_{\cos\theta} \leq 2 \cdot 10^{-5}$; максимальная погрешность априорной информации о направляющем косинусе $\delta \tilde{\cos\theta} = 3 \cdot 10^{-3}$. Несущая частота радиолинии 2, 3 ГГц. Минимальный угол места наземной антенны при измерении $\gamma = 5$ град.

Принять эффективную шумовую температуру наземного приемника $T_{ш0} = 320^\circ \text{ К}$; мощность сигнала на несущей частоте, равную 0,5 от общей мощности бортового передатчика радиолинии; относительное значение СКО

фазовых измерений $\frac{\sigma\phi}{2\pi} = 0,01$, масштабное соотношение измерительных баз

$m = 4$; относительную стабильность частот $\frac{\delta f}{f} \leq 10^{-8}$.

Примечание: связь энергетики радиолинии и технических параметров угломерной системы

$$\sigma_{\cos\theta}^2 = \frac{1}{\frac{2\mathcal{E}_{np}}{P_{ш0}} \left(2\pi \frac{B_{ск}}{\lambda}\right)^2}, \text{ где эквивалентная длина базы } B_{ск} = 0,3B.$$

Основная литература

1. Основы радио-навигационных измерений/Под ред. Н.Ф.Клюева. :
Министерство обороны СССР, 1987.-430с.

2. Чаплинский В.С. Методы измерения угловых координат КА. Электронная версия лекции.

Дополнительная литература

Чаплинский В.С. Практические задания по теме «Методы измерения угловых координат КА». Электронная версия.

Продолжительность занятия 2 ч.

Практическое занятие 3-4

Тема 3. Принципы формирования и методы передачи измерительной информации.

Структура измерительной информации, выдаваемой средствами измерительного комплекса в центры управления полётом КА.

Задание 3.1. Составить файловую структуру измерительной информации дальномерной (по заданию 1.1, Тема 1) и угломерной (определить технические параметры многошкальной фазовой угломерной системы, предназначенной для траекторных измерений КА на геостационарных орбитах: состав и номинальные значения угломерных баз, диаметр наземных параболических антенны d_A , при следующих исходных данных: мощность бортового передатчика $P_{\sigma} = 3\text{Вт}$; коэффициент усиления бортовой антенны $G_{\sigma} = 0,1$; среднеквадратическая погрешность измерений $\sigma \cos \theta \leq 2 \cdot 10^{-5}$; максимальная погрешность априорной информации о направляющем косинусе $\delta \tilde{\cos \theta} = 3 \cdot 10^{-3}$. Несущая частота радиолинии 2, 3 ГГц. Минимальный угол места наземной антенны при измерении $\gamma = 5$ град.

Принять эффективную шумовую температуру наземного приемника $T_{шб} = 320^\circ \text{K}$; мощность сигнала на несущей частоте, равную 0,5 от общей мощности бортового передатчика радиолинии; относительное значение СКО

фазовых измерений $\frac{\sigma \phi}{2\pi} = 0,01$, масштабное соотношение измерительных баз

$m = 4$; относительную стабильность частот $\frac{\delta f}{f} \leq 10^{-8}$.) системы.

Задание 3.2. Составить файловую структуру измерительной информации скоростной (по заданию 3.1.1 и заданию 3.1.2) системы.

Задание 3.1.1 Вычислить релятивистское смещение шкал времени разнесенных наземных пунктов Щ ($r_n = 6371200$ м. $B = 55$ град с.ш. $\cos 55^\circ = 0,575$) и У ($r_n = 6371000$ м. $B = 44$ град с.ш. $\cos 44^\circ = 0,719$) и определить необходимость учета этого смещения при измерении суммарной псевдодальности КА относительно этих наземных пунктов при продолжительности мерного интервала $T = 100000$ секунд (примерно одни сутки),

если аппаратурная погрешность составляет 3 м при условии, чтобы погрешность, вносимая релятивистским смещением, не превышала 10% от аппаратурной погрешности измерений. Если данное условие не выполняется, оценить допустимую погрешность априорной информации о геоцентрической высоте наземных пунктов, чтобы обеспечить требуемую точность учета релятивистского смещения. Принять вклад погрешностей обеих пунктов одинаковым.

Задание 3.1.2 Вычислить релятивистское смещение шкалы времени КА Глонасс относительно орбитальной станции на круговой орбите с высотой 400 км, которое необходимо учитывать дополнительно при проведении навигационных измерений по навигационным сигналам КА Глонасс, в которые введено упреждение релятивистского смещения шкалы времени КА (относительно опорного наземного пункта).

Продолжительность занятия 4 ч.

3. Указания по проведению лабораторного практикума

Не предусмотрено учебным планом.

4. Указания по проведению самостоятельной работы студентов

Таблица 1

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды СРС
1.	Тема 1. Комплексы многопутевых измерений навигационных параметров	Подготовка докладов по темам: 1. Сущность многопутевых измерений скоростных навигационных параметров. 2. Сличение частот разнесенных генераторов сигналов.
2.	Тема 2. Угломерные измерительные системы	Подготовка рефератов по темам: 1. Радиотехнические угломерные системы пеленгационного типа. 1. Астрооптические угломерные системы.
3.	Тема 3. Принципы формирования и структура измерительной информации	Подготовка докладов по темам: 1. Теорема Котельникова и закон распределения погрешностей измерений. 2. Файловая и специальная структуры измерительной информации.
4.	Тема 4. Принципы построения радиотелеметрических систем ЛА	Подготовка докладов по темам: 1. Фазовый метод измерения дальности. 2. Методы измерения угловых координат КА. 3. Назначение систем телеконтроля ЛА.

--	--	--

5. Указания по проведению контрольных работ

5.1. Требования к структуре

Структура контрольной работы должна способствовать раскрытию темы: иметь титульный лист, содержание, введение, основную часть, заключение, список литературы.

5.2. Требования к содержанию

5.2.1. Во введении обосновывается актуальность темы, определяется цель работы, задачи и методы исследования.

5.2.2. При определении целей и задач исследования необходимо правильно их формулировать. Так, в качестве цели не следует употреблять глагол «сделать». Правильно будет использовать глаголы: «раскрыть», «определить», «установить», «показать», «выявить» и т.д.

5.2.3. Основная часть работы включает вопросы, каждый из которых посвящается решению задач, сформулированных во введении, и заканчивается констатацией итогов.

5.2.4. Приветствуется иллюстрация содержания работы таблицами, графическим материалом (рисунками, схемами и т.п.).

5.2.5. Необходимо давать ссылки на используемую Вами литературу.

5.2.6. Заключение должно содержать сделанные автором работы выводы, итоги исследования.

5.2.7. Вслед за заключением идет список литературы, который должен быть составлен в соответствии с установленными требованиями. Если в работе имеются приложения, они оформляются на отдельных листах, и должны быть соответственно пронумерованы.

5.3. Требования к оформлению.

Объём контрольной работы – 5...10 страниц формата А4, напечатанного с одной стороны текста (1,5 интервал, шрифт Times New Roman). Контрольная работа должна быть также представлена в электронном виде.

Контрольная работа 1

По темам 1-3.

Продолжительность проведения контрольной работы 2 часа (*неделя текущего контроля 7-8*).

Задание 1. Определить технические параметры многошкальной фазовой дальномерной системы с кратными измерительными частотами, при высоте орбиты 10 тыс.км., предназначенной для траекторных измерений КА на околокруговых орбитах со средней высотой до 10 тыс.км : состав и номинальные значения измерительных частот, диаметр наземной параболической антенны d_A , мощность наземного передатчика P_H при следующих исходных данных: мощность бортового передатчика $P_6 = 3\text{Вт}$; коэффициент усиления бортовой

антенны $G_0 = 0,1$; среднеквадратическая погрешность измерений $\sigma L \leq 3\text{ м}$; максимальная погрешность априорной информации о дальности $\tilde{L} = 100\text{ км}$. Несущая частота радиолинии запроса 2,1 ГГц, ответа 2,3 ГГц. Минимальный угол места наземной антенны при измерении $\gamma = 5$ град.

Принять эффективную шумовую температуру бортового приемника $T_{шб} = 900\text{ К}$, наземного приемника $T_{шн} = 285\text{ К}$; мощность сигнала на несущей частоте, равную 0,15 от общей мощности передатчиков радиолиний; относительное значение СКО фазовых измерений $\frac{\sigma\phi}{2\pi} = 0,02$, масштабное соотношение измерительных шкал $m = 4$; относительную стабильность частот $\frac{\delta}{f} \leq 10^{-8}$, максимальное значение радиальной скорости 7 км/с.

Задание 2. Определить технические параметры псевдошумовой дальномерной системы, при высоте орбиты 10 тыс.км., предназначенной для траекторных измерений КА на околокруговых орбитах со средней высотой h до 10 тыс.км : номинальное значение тактовой частоты F_T , необходимое количество триггеров в регистре сдвига M и период $T_{псп}$ повторения ПСП, диаметр наземной параболической антенны d_A , мощность наземного передатчика P_H при следующих исходных данных: мощность бортового передатчика $P_0 = 3\text{ Вт}$; коэффициент усиления бортовой антенны $G_0 = 0,1$; мощность сигнала на несущей частоте, равную 0,15 от общей мощности передатчиков радиолиний; среднеквадратическая погрешность измерений $\sigma L \leq 3\text{ м}$; максимальная погрешность априорной информации о дальности $\tilde{L} = 100\text{ км}$. Несущая частота радиолинии запроса 2,1 ГГц, ответа 2,3 ГГц. Минимальный угол места наземной антенны при измерении $\gamma = 5$ град.

Принять эффективную шумовую температуру бортового приемника $T_{шб} = 900\text{ К}$, наземного приемника $T_{шн} = 285\text{ К}$, относительное значение СКО измерений $\frac{\sigma L}{cF_T} = 0,02$.

Контрольная работа 2

По темам 3-5.

Продолжительность проведения контрольной работы 2 часа (*неделя текущего контроля 15-16*).

Задание 1. Определить технические параметры многошкальной фазовой угломерной системы, предназначенной для траекторных измерений КА на геостационарных орбитах: состав и номинальные значения угломерных баз, диаметр наземных параболических антенны d_A , при следующих исходных данных: мощность бортового передатчика $P_0 = 3\text{ Вт}$; коэффициент усиления бортовой антенны $G_0 = 0,1$; среднеквадратическая погрешность измерений $\sigma \theta \leq 21 \text{ } \mu\text{с}$; максимальная погрешность априорной информации о

направляющем косинусе $\cos \gamma = 0,31$. Несущая частота радиолинии 2,3 ГГц. Минимальный угол места наземной антенны при измерении $\gamma = 5$ град.

Принять эффективную шумовую температуру наземного приемника $T_{шб} = 320\text{К}$; мощность сигнала на несущей частоте, равную 0,5 от общей мощности бортового передатчика радиолинии; относительное значение СКО фазовых измерений $\frac{\sigma\phi}{2\pi} = 0,01$, масштабное соотношение измерительных баз $m = 4$; относительную стабильность частот $\frac{\delta f}{f} \leq 10^{-8}$.

Примечание: связь энергетика радиолинии и технических параметров угломерной системы имеет вид:

$$C_{сб} = \frac{1}{\frac{2P_{пр} B_{ск}^2}{P_{ш} \lambda}}, \text{ где эквивалентная длина базы } B_{ск} = 0,3B.$$

Задание 2. Провести расчет тропосферных поправок к измерениям дальности и угла места КА «Монитор» с наземного измерительного пункта на витке полёта №31 при следующих метеоданных: температура 8°C , давление 745гПа , влажность 80% и при следующих априорных величинах навигационных параметров $\gamma_{01} = 20^\circ$; $\gamma_{17} = 20^\circ$; $\gamma_{30,7} = 9,1^\circ$

При расчетах принять радиус земли 6371 км, высоту антенны над

γ°	sin	sin ²	cos	cos ²
0	0	0	1	1
7	0,1219	0,0149	0,9925	0,9857
30,7	0,5105	0,2607	0,8599	0,7394
61	0,8746	0,7650	0,4848	0,3709

6. Указания по проведению курсовых работ

Не предусмотрено учебным планом.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

1. Радионавигационные системы воздушных судов: Учебник / О.Н. Скрыпник. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2021. - 348 с.: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=399612>

2. Орбитальное функционирование связанных космических объектов: Учебное пособие / В.А. Иванов, С.А. Купреев, В.С. Ручинский. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2021. - 320 с.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=373427>
3. Белоконов, И. В. Навигация с помощью глобальных спутниковых систем [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / А. В. Крамлих, Ю. Ф. Широков, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. акад. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т), И. В. Белоконов .— Самара: Изд-во СГАУ, 2021 .)
<http://rucont.ru/efd/229993?cldren=0>

Дополнительная литература:

1. Алешечкин, А. М. Определение угловой ориентации объектов по сигналам спутниковых радионавигационных систем [Электронный ресурс] : монография / А. М. Алешечкин. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2021. – 176 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=507422>
2. Владимиров, В.М. Дистанционное зондирование Земли [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. М. Владимиров, Д. Д. Дмитриев, О. А. Дубровская [и др.] ; ред. В. М. Владимиров. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2021. – 196 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=506009>
3. Ботов, М. И. Введение в теорию радиолокационных систем [Электронный ресурс] : монография / М. И. Ботов, В. А. Вяхирев, В. В. Девотчак; ред. М. И. Ботов. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2021. - 394 с.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=492976>
4. Тяпкин, В. Н. Методы определения навигационных параметров подвижных средств с использованием спутниковой радионавигационной системы ГЛОНАСС [Электронный ресурс] : монография / В. Н. Тяпкин, Е. Н. Гарин. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2021. - 260 с. - ISBN 978-5-7638-2639-5.
Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php?bookinfo=442662>

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. www.toroid.ru/sherbinaUV.html
2. sau.tti.sfedu.ru › [Студенту](#) › [Библиотека](#)

9. Перечень информационных технологий

Перечень программного обеспечения: LibreOffice, Multisim.

Информационные справочные системы: не предусмотрено курсом данной дисциплины.

Ресурсы информационно-образовательной среды Университета:

Рабочая программа и методическое обеспечение по дисциплине «Системы навигации»