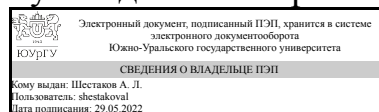


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



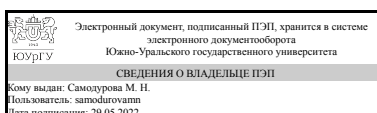
А. Л. Шестаков

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.О.07 Интегрированные спутниковые навигационные системы для направления 24.04.02 Системы управления движением и навигация**  
**уровень** Магистратура  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Информационно-измерительная техника

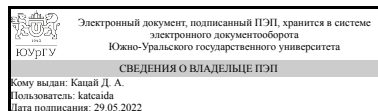
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.04.02 Системы управления движением и навигация, утверждённым приказом Минобрнауки от 05.02.2018 № 85

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., доц.



М. Н. Самодурова

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент



Д. А. Кацай

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины является приобретение студентами знаний в области функционирования, особенностей построения и перспектив развития спутниковых радионавигационных систем. Задачи курса заключаются в изучении взаимосвязи принципов и особенностей построения современных спутниковых радионавигационных систем; изучение методов обработки радионавигационной информации, изучение методов повышения точности и достоверности информации, получаемой с помощью спутниковых радионавигационных систем и устройств.

### Краткое содержание дисциплины

Принципы радионавигации. Задачи, методы и средства радионавигации. Основные радионавигационные радионавигационные элементы. Системы координат. Физические основы радионавигации. Обобщенная структурная схема РНС. Основные тактические и технические параметры РНС. Виды РНС, автономные и неавтономные радиосистемы, радиосистемы счисления пути. Методы определения местоположения. Счисление пути. Радиосистемы навигации по геофизическим полям Земли, радиосистемы навигации по опорным сигналам, излучаемым из точек пространства с известными координатами или с известных орбит. Позиционный метод. Обзорно-сравнительный метод. РНС с опорными сигналами. Классификация и особенности позиционных РНС. Точность определения линий положения. Точность определения местоположения на плоскости и в пространстве. Рабочие зоны РНС. Дальность действия позиционных РНС. Влияние условий распространения радиоволн на параметры РНС. Региональные РНУ и РНС. Общие особенности региональных РНУ и РНС. Радиосистемы ближней навигации. Система посадки летательных аппаратов. Автономные РНУ и РНС. Радиовысотомеры. Система навигации по рельефу и по картам местности. Комплексные РНС. Факторы, снижающие точность РНС. Принцип комплексирования радиотехнических и нерадиотехнических измерителей. Примеры комплексных РНС. Шкалы времени. Навигационные элементы. Методы и средства измерения навигационных параметров. Классификация навигационных систем и навигационной аппаратуры потребителя. Общая структура СРНС и функциональных дополнений. Характеристики движения навигационных спутников. Общие подходы к формированию сигналов в СРНС. Определение местоположения и скорости потребителя. Навигационный сигнал. Орбитальная группировка. Наземный сегмент. Эфемеридное обеспечение. Частотно-временное обеспечение, навигационные сообщения ГЛОНАСС. Структура действующих и перспективных сигналов в СРНС. Расчет координат навигационного спутника по оперативной и неоперативной информации Перспективы развития СРНС ГЛОНАСС. Спутниковая навигационная система GPS. Общая структура системы. Орбитальный и наземный сегменты. Частотно-временное обеспечение, навигационные сообщения GPS. Структура действующих и перспективных сигналов GPS. Расчет координат навигационного спутника по оперативной и неоперативной информации Перспективы развития GPS.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения	Планируемые результаты
---------------------------------	------------------------

ОП ВО (компетенции)	обучения по дисциплине
ОПК-4 Способен принимать технические решения на основе экономических нормативов	Знает: экономические нормативы, необходимые для принятия технических решений Умеет: принимать технические решения на основе экономических нормативов Имеет практический опыт: применения технических решений на основе экономических нормативов
ОПК-5 Способен осуществлять научный поиск и разрабатывать новые подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники	Знает: современные подходы и методы решения профессиональных задач в области ракетно-космической техники Умеет: осуществлять научный поиск и разрабатывать новые подходы и методы решения задач в области навигации для ракетно-космической техники Имеет практический опыт: научных исследований и разработки методик решения профессиональных задач в области навигации для ракетно-космической техники

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	ФД.01 Проектирование приборов и систем

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		1
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,75	53,75
Доклада и отчет по темам самостоятельных работ	53,75	53,75
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25

Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет
--	---	-------

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Предмет и задачи дисциплины. Общие сведения о радионавигации.	4	4	0	0
2	Методы определения местоположения.	6	4	0	2
3	Региональные РНУ и РНС. Комплексные РНС.	10	4	0	6
4	Спутниковые РНС.	16	12	0	4
5	Дифференциальные методы в СРНС	6	4	0	2
6	Проблема помехозащищенности аппаратуры потребителя СРНС	6	4	0	2

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Предмет и задачи дисциплины. Общие задачи, методы и средства радионавигации и спутниковой навигации. Основные радионавигационные элементы. Системы координат. Физические основы радионавигации. Обобщенная структурная схема РНС. Основные тактические и технические параметры РНС. Виды РНС, автономные и неавтономные радиосистемы, радиосистемы счисления пути.	4
2	2	Классификация и особенности позиционных РНС. Точность определения линий положения. Точность определения местоположения на плоскости и в пространстве. Рабочие зоны РНС. Дальность действия позиционных РНС. Влияние условий распространения радиоволн на параметры РНС.	4
3	3	Общие особенности региональных РНУ и РНС. Радиосистемы ближней навигации. Автоматические радиопеленгаторы. Система посадки летательных аппаратов. Факторы, снижающие точность РНС. Принцип комплексирования радиотехнических и нерадиотехнических измерителей. Примеры комплексных РНС.	2
4	3	Факторы, снижающие точность РНС. Принцип комплексирования радиотехнических и нерадиотехнических измерителей. Примеры комплексных РНС. Радиовысотомеры. Обзорно-сравнительные РНС. Система навигации по рельефу и по картам местности.	2
5	4	Спутниковая навигационная система ГЛОНАСС, GPS. Принцип работы. Синхронизация по времени.	2
6	4	Спутниковая навигационная система ГЛОНАСС, GPS. Орбитальная группировка. Наземный сегмент.	4
7	4	Спутниковые навигационные системы. Эфемеридное обеспечение. Частотно-временное обеспечение, навигационные сообщения ГЛОНАСС. Структура действующих и перспективных сигналов в СРНС.	4
8	4	Расчет координат навигационного спутника по оперативной и неоперативной информации Перспективы развития СРНС ГЛОНАСС.	2
9	5	Дифференциальные методы в СРНС. Дифференциальный и относительный режим НВО. Формирование частотно-временных поправок в локальных и широкозонных дифференциальных системах. Широкозонные дифференциальные системы СДКМ, WAAS, EGNOS, MSAS.	4

10	6	Проблема помехозащищенности аппаратуры потребителя СРНС. Повышение помехозащищенности НАП методами оптимальной обработки сигналов, пространственно-временной обработки и комплексирования с инерциальными навигационными системами.	4
----	---	---	---

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Классификация и особенности позиционных РНС. Точность определения линий положения. Точность определения местоположения на плоскости и в пространстве. Рабочие зоны РНС. Дальность действия позиционных РНС. Влияние условий распространения радиоволн на параметры РНС.	2
1	3	Факторы, снижающие точность РНС. Принцип комплексирования радиотехнических и нерадиотехнических измерителей. Примеры комплексных РНС. Радиовысотомеры. Оценка погрешности радиовысотомеров. Обзорно-сравнительные РНС. Система навигации по рельефу и по картам местности.	6
3	4	Спутниковая навигационная система ГЛОНАСС, GPS. Орбитальная группировка. Наземный сегмент. Эфемеридное обеспечение. Частотно-временное обеспечение, навигационные сообщения ГЛОНАСС. Структура действующих и перспективных сигналов в СРНС. Расчет координат навигационного спутника по оперативной и неоперативной информации Перспективы развития СРНС ГЛОНАСС.	4
4	5	Дифференциальные методы в СРНС. Дифференциальный и относительный режим НВО. Формирование частотно-временных поправок в локальных и широкозонных дифференциальных системах. Широкозонные дифференциальные системы СДКМ, WAAS, EGNOS, MSAS. наземных маяков	2
5	6	Проблема помехозащищенности аппаратуры потребителя СРНС. Повышение помехозащищенности НАП методами оптимальной обработки сигналов, пространственно-временной обработки и комплексирования с инерциальными навигационными системами.	2

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Доклада и отчет по темам самостоятельных работ	Найти самостоятельно	1	53,75

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	1	Текущий контроль	Контрольное мероприятие № 1	1	20	Лабораторный комплекс. Выполнение ЛР. Оформление отчета. Защита ЛР.	зачет
2	1	Текущий контроль	Контрольное мероприятие № 2	1	30	1. Реферат по заданной теме: 20 баллов. 2. Презентация: 10 баллов	зачет
3	1	Бонус	Посещаемость, активность на занятиях, участие в конференциях и публикациях	-	40	1. Посещаемость 10 баллов, 2. Активность на занятиях 10 баллов, 3. Участие в конференциях и публикациях 20 баллов	зачет
4	1	Промежуточная аттестация	Письменный опрос	-	10	Письменный опрос. Зачтено: Полный ответ с незначительными ошибками Не зачтено: неполный ответ содержащий грубые ошибки или отсутствие ответа на поставленный вопрос	зачет

### 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Письменный опрос. Зачтено: Полный ответ с незначительными ошибками Не зачтено: неполный ответ содержащий грубые ошибки или отсутствие ответа на поставленный вопрос	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ			
		1	2	3	4
ОПК-4	Знает: экономические нормативы, необходимые для принятия технических решений				+
ОПК-4	Умеет: принимать технические решения на основе экономических нормативов				+
ОПК-4	Имеет практический опыт: применения технических решений на основе экономических нормативов			++	
ОПК-5	Знает: современные подходы и методы решения профессиональных задач в области ракетно-космической техники	+	+	+	+
ОПК-5	Умеет: осуществлять научный поиск и разрабатывать новые подходы и методы решения задач в области навигации для ракетно-космической техники	+	+	+	+
ОПК-5	Имеет практический опыт: научных исследований и разработки методик решения профессиональных задач в области навигации для ракетно-	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Бакулев, П. А. Радиолокационные и радионавигационные системы Учеб. пособие для студ. радиотехн. спец. вузов. - М.: Радио и связь, 1994. - 295,[1] с. ил.
2. Бакулев, П. А. Методы и устройства селекции движущихся целей. - М.: Радио и связь, 1986. - 286 с. ил.
3. Петров, Б. М. Электродинамика и распространение радиоволн Учеб. для вузов по направлению "Радиотехника" Б. М. Петров. - 2-е изд., испр. - М.: Горячая линия - Телеком, 2004. - 558 с. ил.
4. Соловьев, Ю. А. Системы спутниковой навигации Ю. А. Соловьев. - М.: Эко-Трендз, 2000. - 267 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Реферативный журнал. Электросвязь. 64. [Текст] отд. вып. Акад. наук СССР, Всесоюз. ин-т науч. и техн. информ. (ВИНИТИ) реферативный журнал. - М.: ВИНИТИ, 1967-1987
2. Успехи современной радиоэлектроники междунар. науч.-техн. журн. Рос. НТО радиотехники, электроники и связи им. А. С. Попова журнал. - М., 1947-

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Учебное пособие
2. Учебное пособие

#### из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Учебное пособие
2. Учебное пособие

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ориентация и навигация подвижных объектов: современные информационные технологии. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б.С. Алёшин [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2006. — 424 с. <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
2	Дополнительная	Электронно-	Интегрированные инерциально-спутниковые системы

	литература	библиотечная система издательства Лань	навигации Сб. ст. и докл. Сост. О. А. Степанов; Под ред. В. Г. Пешехонова; Акад. навигации и упр. движением, Гос. науч. центр Рос. Федерации - Центр науч.-исслед. ин-т "Электроприбор". - СПб.: ЦНИИ "Электроприбор", 2001. - 233 с. ил. <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Радиосвязь и навигация N 1 Среднеорбитальные спутниковые радионавигационные системы/ Ред. вып. М. С. Ярлыков Ред. совет: В. Ф. Кравченко (пред.) и др. - М.: Радиотехника, 2000. - 112 с. <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Телекоммуникационные системы и сети. В 3 томах. Том 2. – Радиосвязь, радиовещание, телевидение. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.П. Катунин [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Горячая линия- Телеком, 2014. — 672 с. <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
5	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Липкин, И. А. Спутниковые навигационные системы И. А. Липкин. - М.: Вузовская книга, 2001. - 288 с. ил. <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. Math Works-MATLAB (Simulink R2008a, SYMBOLIC MATH)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
2. -Информационные ресурсы ФИПС(бессрочно)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	502 (ПЛК)	Мультимедийное оборудование
Лабораторные занятия	407 (ПЛК)	Компьютеры с Math Works-MATLAB (Simulink R2008a, SYMBOLIC MATH)(бессрочно)