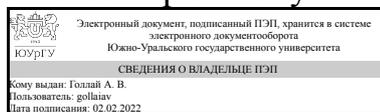


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Высшая школа электроники и  
компьютерных наук



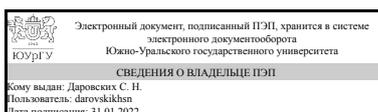
А. В. Голлой

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.38 Радиотехнические системы летательных аппаратов  
для специальности 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами  
уровень Специалитет  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Инфокоммуникационные технологии

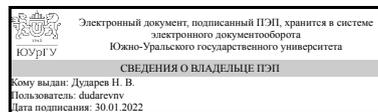
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами, утверждённым приказом Минобрнауки от 04.08.2020 № 874

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



С. Н. Даровских

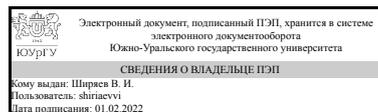
Разработчик программы,  
к.техн.н., старший преподаватель



Н. В. Дударев

СОГЛАСОВАНО

Руководитель специальности  
д.техн.н., проф.



В. И. Ширяев

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины является приобретение студентами знаний в области функционирования, особенностей построения и методов анализа и синтеза радиотехнических (радионавигационных и радиолокационных) систем и устройств летательных аппаратов. Задачи курса заключаются в изучении взаимосвязи принципов и особенностей построения современных радионавигационных и радиолокационных систем летательных аппаратов; изучение методов обработки радионавигационной и радиолокационной информации, изучение методов повышения точности и достоверности информации, получаемой с помощью радиотехнических систем и устройств.

## Краткое содержание дисциплины

1. 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. 2. 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. 3. 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. 4. Спутниковые РНС. Общие особенности глобальных РНС. Особенности построения спутниковых РНС (СРНС). Определение местоположения и скорости потребителя. Навигационный сигнал. Аппаратура потребителей СРНС. Обработка информации в аппаратуре потребителей СРНС. Обобщенная структурная схема потребителей СРНС. Факторы, влияющие на точность СРНС. Дифференциальный режим СРНС. Региональные варианты СРНС. 5. Региональные РНУ и РНС. Общие особенности региональных РНУ и РНС. Радиосистемы ближней навигации. Автоматические радиопеленгаторы. Система посадки летательных аппаратов. 6. Автономные РНУ и РНС. Радиовысотомеры. Допплеровские измерители скорости. Обзорно-сравнительные РНС. Система навигации по рельефу и по картам местности. 7. Комплексные РНС. Факторы, снижающие точность РНС. Принцип комплексирования радиотехнических и нерадиотехнических измерителей. Примеры комплексных РНС. 8. Навигационные комплексы. Принцип построения, решаемые задачи и состав комплексов летательных аппаратов. 9. Принципы радиолокации и методы реализации радиолокационных систем и комплексов; виды радиолокации. 10. Сигналы и помехи, физические основы радиолокации, отражение, рассеяние и переизлучение радиоволн объектами (целями); характеристики целей. 11. Основы статистической теории радиолокации: обнаружение, разрешение и оценивание параметров сигналов, статистические критерии обнаружения и оценивания, структура оптимальных обнаружителей, устройства разрешения и оценивания сигналов; сложные энергоемкие сигналы и их характеристики; функции и диаграммы неопределенности; борьба с пассивными и активными помехами; селекция и

распознавание объектов; пространственно-временная обработка сигналов; 12. Радиолокаторы с синтезированной апертурой; радиодальномеры, радиопеленгаторы и измерители скорости; особенности эксплуатации радиолокационных систем и комплексов.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-6 Способен осуществлять критический анализ научных достижений, а также использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области систем управления летательными аппаратами	Знает: состав и структуру радиотехнических систем летательных аппаратов Умеет: решать профессиональные задачи с использованием радиотехнических систем летательных аппаратов Имеет практический опыт: применения радиотехнических систем в составе летательных аппаратов

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.21 Теория автоматического управления	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
1.О.21 Теория автоматического управления	Знает: положения теории автоматического управления, методы проектирования систем управления, суть системного подхода Умеет: формулировать цели и задачи проектирования, определять критерии и показатели проектирования; определять компромиссные решения в условиях многокритериальности, анализировать работу систем управления подвижных аппаратов различного назначения Имеет практический опыт: проектирования систем управления летательными и подвижными аппаратами различного назначения как объектов ориентации, стабилизации и навигации с использованием компьютерных технологий, создания математических моделей движения подвижных аппаратов различного назначения

## 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч., 92,75 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		9	10
Общая трудоёмкость дисциплины	180	72	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	80	32	48
Лекции (Л)	48	16	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	87,25	35,75	51,5
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Подготовка рефератов по спутниковым РНС	87,25	35,75	51,5
Консультации и промежуточная аттестация	12,75	4,25	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	экзамен

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Принципы радионавигации	4	4	0	0
2	Методы определения местоположения	4	4	0	0
3	Спутниковые РНС	18	8	10	0
4	Региональные РНУ и РНС	6	4	2	0
5	Комплексные РНС	8	4	4	0
6	Автономные РНУ и РНС	8	4	4	0
7	Навигационные комплексы	2	2	0	0
8	Принципы радиолокации	2	2	0	0
9	Физические основы радиолокации	14	8	6	0
10	Радиолокационные сигналы	8	4	4	0
11	Обобщенная структура радиолокационной системы	2	2	0	0
12	Разновидности радиолокационных систем	4	2	2	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Задачи, методы и средства радионавигации. Основные радионавигационные элементы. Системы координат. Физические основы радионавигации. Обобщенная структурная схема РНС.	2
2	1	Основные тактические и технические параметры РНС. Виды РНС, автономные и неавтономные радиосистемы, радиосистемы счисления пути.	2
3-4	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

5	3	Классификация и особенности позиционных РНС. Точность определения линий положения. Точность определения местоположения на плоскости и в пространстве. Рабочие зоны РНС.	2
6	3	Навигационный сигнал. Аппаратура потребителей СРНС. Обработка информации в аппаратуре потребителей СРНС. Обобщенная структурная схема потребителей СРНС.	2
7	3	Факторы, влияющие на точность СРНС. Дифференциальный режим СРНС. Региональные варианты СРНС.	2
8	3	Псевдоспутниковые навигационные системы.	2
9-10	4	Общие особенности региональных РНУ и РНС. Радиосистемы ближней навигации. Автоматические радиопеленгаторы. Система посадки летательных аппаратов.	4
11-12	5	Факторы, снижающие точность РНС. Принцип комплексирования радиотехнических и нерадиотехнических измерителей. Примеры комплексных РНС.	4
13-14	6	Радиовысотомеры. Доплеровские измерители скорости. Обзорно-сравнительные РНС. Система навигации по рельефу и по картам местности.	4
15	7	Принцип построения, решаемые задачи и состав комплексов летательных аппаратов.	2
16	8	Принципы радиолокации. Общие сведения о радиолокации. Основные понятия о радиолокации и типы радиолокационных систем. Отличительные особенности функционирования радиолокационных систем. Типовая структура радиолокационной системы.	2
17-18	9	Физические основы радиолокации. Основные закономерности распространения радиоволн, используемые в радиолокации при обнаружении целей и измерении их координат. Методы измерения координат и параметров движения целей. Объекты радиолокационного наблюдения. Особенности отражения радиоволн объектами радиолокационного наблюдения. Типы радиолокационных целей. Эффективная поверхность отражения радиолокационных целей. Радиолокационная заметность целей и пути её снижения.	4
19-20	9	Обнаружение объектов. Разрешение объектов радиолокационного наблюдения. Точность измерения координат объектов наблюдения.	4
21	10	Радиолокационные сигналы и их формирование. Преобразование радиолокационных сигналов в радиоволну. Радиолокационный сигнал как электромагнитная волна.	2
22	10	Прием и обработка радиолокационных сигналов. Обработка радиолокационных сигналов, отраженных от подвижных объектов.	2
23	11	Обобщенная структура радиолокационной системы. Особенности структуры построения приёмо-передающих трактов когерентных и некогерентных РЛС. Система обработки радиолокационного сигнала типового радиолокатора.	2
24	12	Радиолокационные системы управления воздушным движением. Наземные и корабельные РЛС. Бортовые авиационные радиолокационные системы мониторинга воздушного пространства. Радиолокационные системы дистанционного зондирования земной поверхности. Другие области применения РЛС.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	3	Классификация и особенности позиционных РНС. Точность определения	2

		линий положения. Точность определения местоположения на плоскости и в пространстве. Рабочие зоны РНС.	
2-3	3	Навигационный сигнал. Аппаратура потребителей СРНС. Обработка информации в аппаратуре потребителей СРНС. Обобщенная структурная схема потребителей СРНС.	4
4-5	3	Факторы, влияющие на точность СРНС. Дифференциальный режим СРНС. Региональные варианты СРНС.	4
6	4	Общие особенности региональных РНУ и РНС. Радиосистемы ближней навигации. Автоматические радиопеленгаторы. Система посадки летательных аппаратов.	2
7-8	5	Факторы, снижающие точность РНС. Принцип комплексирования радиотехнических и не радиотехнических измерителей. Примеры комплексных РНС.	4
9-10	6	Радиовысотомеры. Доплеровские измерители скорости. Обзорно-сравнительные РНС. Система навигации по рельефу и по картам местности.	4
11-12	9	Физические основы радиолокации. Основные закономерности распространения радиоволн, используемые в радиолокации при обнаружении целей и измерении их координат. Методы измерения координат и параметров движения целей. Объекты радиолокационного наблюдения. Особенности отражения радиоволн объектами радиолокационного наблюдения. Типы радиолокационных целей. Эффективная поверхность отражения радиолокационных целей. Радиолокационная заметность целей и пути её снижения.	4
13	9	Обнаружение объектов. Разрешение объектов радиолокационного наблюдения. Точность измерения координат объектов наблюдения.	2
14-15	10	Радиолокационные сигналы и их формирование. Преобразование радиолокационных сигналов в радиоволну. Радиолокационный сигнал как электромагнитная волна. Прием и обработка радиолокационных сигналов. Обработка радиолокационных сигналов, отраженных от подвижных объектов.	4
16	12	Радиолокационные системы управления воздушным движением. Наземные и корабельные РЛС. Бортовые авиационные радиолокационные системы мониторинга воздушного пространства. Радиолокационные системы дистанционного зондирования земной поверхности. Другие области применения РЛС.	2

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка рефератов по спутниковым РНС	Самостоятельно найденные источники	9	35,75
Подготовка рефератов по спутниковым РНС	Самостоятельно найденные источники	10	51,5

### 6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

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	9	Текущий контроль	Контрольное мероприятие № 1	1	50	Практические задания. Выполнение практических заданий. Оформление отчета. Защита практических заданий.	зачет
2	9	Текущий контроль	Контрольное мероприятие № 2	1	15	1. Реферат по заданной теме: 8 баллов. 2. Презентация: 7 баллов	зачет
3	9	Бонус	Посещаемость, активность на занятиях, участие в конференциях и публикациях	-	25	1. Посещаемость 5 баллов, 2. Активность на занятиях 5 баллов, 3. Участие в конференциях и публикациях 15 баллов	зачет
4	9	Промежуточная аттестация	Зачет	-	10	Письменный опрос. Два вопроса в билете. Зачтено: неполный ответ с незначительными ошибками на оба вопроса (10 баллов). Не зачтено: неполный ответ содержащий грубые ошибки или отсутствие ответа на поставленные вопросы.	зачет
5	10	Текущий контроль	Контрольное мероприятие № 3	1	50	Практические задания. Выполнение практических заданий. Оформление отчета. Защита практических заданий.	экзамен
6	10	Текущий контроль	Контрольное мероприятие № 4	1	15	1. Реферат по заданной теме: 8 баллов. 2. Презентация: 7 баллов	экзамен
7	10	Бонус	Посещаемость, активность на занятиях, участие в конференциях и публикациях	-	25	1. Посещаемость 5 баллов, 2. Активность на занятиях 5 баллов, 3. Участие в конференциях и публикациях 15 баллов	экзамен
8	10	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	10	Письменный опрос. Два вопроса в билете. Отлично (10 баллов): полный ответ на оба вопроса. Хорошо (8 баллов): полный ответ с незначительными ошибками на оба вопроса. Удовлетворительно (6 баллов): неполный ответ с незначительными ошибками на оба вопроса. Не удовлетворительно: неполный ответ содержащий грубые ошибки или отсутствие ответа на один или оба вопроса в билете.	экзамен

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Письменный опрос. Два вопроса в билете. Отлично (10 баллов): полный ответ на оба вопроса. Хорошо (8 баллов): полный ответ с незначительными ошибками на оба вопроса. Удовлетворительно (6 баллов): неполный ответ с незначительными ошибками на оба вопроса. Не удовлетворительно: неполный ответ содержащий грубые ошибки или отсутствие ответа на один или оба вопроса в билете.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
зачет	Письменный опрос. Два вопроса в билете. Зачтено: неполный ответ с незначительными ошибками на оба вопроса (10 баллов). Не зачтено: неполный ответ содержащий грубые ошибки или отсутствие ответа на поставленные вопросы.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ							
		1	2	3	4	5	6	7	8
ОПК-6	Знает: состав и структуру радиотехнических систем летательных аппаратов	+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-6	Умеет: решать профессиональные задачи с использованием радиотехнических систем летательных аппаратов	+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-6	Имеет практический опыт: применения радиотехнических систем в составе летательных аппаратов	+	+	+	+	+	+	+	+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Радиотехника и электроника ежемес. журн. Рос. акад. наук, Отд-ние общ. физики и астрономии, Ин-т радиотехники и электроники РАН, Науч.-техн. центр "Форум-НТ" журнал. - М.: Наука, 1957-
2. Горяинов, В. Т. Статистическая радиотехника: Примеры и задачи Учеб. пособие для радиотехн. вузов В. Т. Горяинов, А. Г. Журавлев, В. И. Тихонов; Под ред. В. И. Тихонова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Советское радио, 1980. - 543 с. ил.
3. Петров, Б. М. Электродинамика и распространение радиоволн Учеб. для вузов по направлению "Радиотехника" и специальностям "Радиотехника", "Радиофизика и электроника", "Бытовая радиолектрон. аппаратура" Б. М. Петров. - 2-е изд., испр. - М.: Горячая линия - Телеком, 2003. - 558 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Основы теоретической электротехники [Текст] учеб. пособие для вузов по направлению 210300 "Радиотехника" Ю. А. Бычков и др. - Изд. 2-е, стер. - СПб. и др.: Лань, 2009. - 592 с. ил.
2. Радиотехника и электроника ежемес. журн. Рос. акад. наук, Отд-ние общ. физики и астрономии, Ин-т радиотехники и электроники РАН, Науч.-техн. центр "Форум-НТ" журнал. - М.: Наука, 1957-
3. Радиотехнические системы [Текст] учебник для вузов по направлению "Радиотехника" Ю. М. Казаринов и др. ; под ред. Ю. М. Казаринова. - М.: Академия, 2008. - 589, [1] с. ил. 22 см.
4. Реферативный журнал. Электросвязь. 64. [Текст] авт. указ. Акад. наук СССР, Всесоюз. ин-т науч. и техн. информ. (ВИНИТИ) реферативный журнал. - М.: ВИНИТИ, 1967-1987
5. Успехи современной радиоэлектроники междунар. науч.-техн. журн. Рос. НТО радиотехники, электроники и связи им. А. С. Попова журнал. - М., 1947-
6. Дулин, В. Н. Электронные приборы Учеб. для вузов по спец."Радиотехника" Под ред. Шишкина Г. Г. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 495 с. ил.
7. Бакулев, П. А. Методы и устройства селекции движущихся целей. - М.: Радио и связь, 1986. - 286 с. ил.
8. Бакулев, П. А. Радиолокационные и радионавигационные системы Учеб. пособие для студ. радиотехн. спец. вузов. - М.: Радио и связь, 1994. - 295,[1] с. ил.

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

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Учебное пособие

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. 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	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Зырянов, Ю.Т. Основы радиотехнических систем. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.Т. Зырянов, О.А. Белоусов, П.А. Федюнин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 192 с. <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система	Лабораторный практикум по курсу Радионавигационные системы <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>

		издательства Лань	
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	Басараб, М.А. Цифровая обработка сигналов и изображений в радиофизических приложениях. [Электронный ресурс] : моногр. / М.А. Басараб, В.К. Волосюк, О.В. Горячкин. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2007. — 544 с. <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	409 (ПЛК)	мультимедийное оборудование
Практические занятия и семинары	407 (ПЛК)	Компьютерный класс с пакетом прикладных программ Matlab (все компьютеры включены в локальную сеть кафедры ИКТ) и Internet