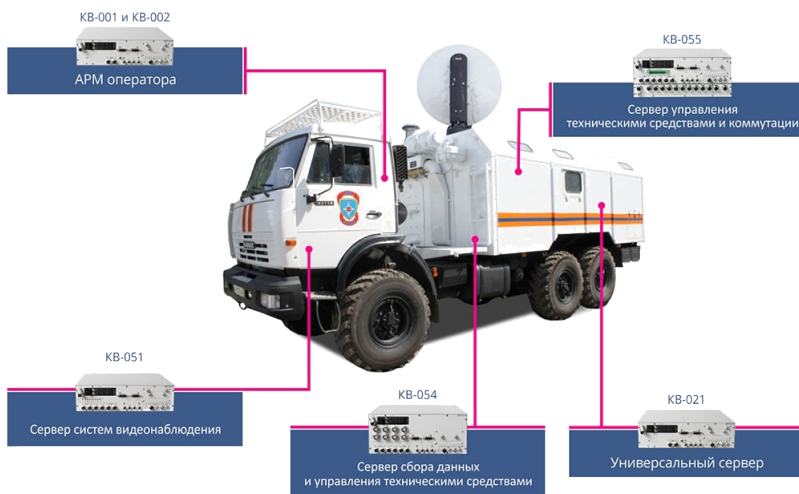


ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический
университет»

Кафедра радиоэлектронных устройств и систем

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам № 1-8
по дисциплине «Основы теории радиосистем и
комплексов управления»
для студентов специальности 11.05.01
«Радиоэлектронные системы и комплексы»
очной формы обучения



Воронеж 2021

Составители: канд. техн. наук И.А. Сафонов, канд.
техн. наук А.В. Русанов

УДК 621.382.82

Методические указания к лабораторным работам № 1-10 по дисциплине «Основы теории радиосистем и комплексов управления» для студентов специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» очной формы обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. А.В. Русанов, И.А. Сафонов. Воронеж, 2021. 40 с.

Содержит методические указания к закреплению полученных на лекциях теоретических знаний и приобретению практических навыков по проектированию радиосистем и комплексов управления. Тематика лабораторных работ соответствует рабочей программе дисциплины «Основы теории радиосистем и комплексов управления».

Методические указания предназначены для студентов и 5 курса очной формы обучения.

Табл. 9. Ил. 7. Библиогр.: 4 назв.

Рецензент д-р физ.-мат. наук, доц. А.В. Останков

Ответственный за выпуск зав. кафедрой
к-т техн. наук, доц. Д.В. Журавлев

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета

© ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный технический
университет», 2021

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1. Цель работы

Построение и исследование математической модели линейной системы управления. Выявление закономерностей управления радиосистем и комплексов управления, описываемых линейной математической моделью.

1.2. Содержание работы

В работе осуществляется построение и исследование математической модели линейной системы управления методом аналитического анализа математической модели. Выявление закономерностей управления радиосистем и комплексов управления, описываемых линейной математической моделью производится на основе проведённого анализа.

Обучение осуществляется в процессе выполнения домашних и лабораторных заданий. Контроль усвоения полученных студентами знаний и навыков производится при собеседовании путем оценки полученных ответов.

Время выполнения домашних заданий 3 ч. Общее время на выполнение лабораторных заданий, включая собеседование и отчет по лабораторной работе 4 ч.

1.3. Указания по технике безопасности

В процессе работы необходимо соблюдать общие правила техники безопасности при работе с электроустановками напряжением до 1000 В.

2. ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

Для построения и исследования математической модели линейной системы управления, а также выявления закономерностей управления радиосистем и комплексов управления, описываемых линейной математической моделью, необходимо ознакомиться с соответствующими разделами по анализу и синтезу радиотехнических систем [1, 2].

Подготавливается к практической части, ознакомившись с теоретическим описанием и методикой анализа математической модели радиосистем и комплексов управления, описываемых линейной математической моделью в разделе 10 [3].

Примерный перечень заданий приведен в таблице 1. Номер варианта соответствует номеру подгруппы или студента по списку, номер задачи соответствует разделу 10 [3].

Таблица 1

Вар.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Задание	10.1	10.2	10.3	10.4	10.5	10.6	10.7	10.8
	10.21	10.22	10.23	10.24	10.25	10.26	10.27	10.28
Вар.	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI
Задание	10.11	10.12	10.13	10.14	10.15	10.16	10.17	10.18
	10.31	10.32	10.33	10.34	10.35	10.36	10.37	10.38

3. УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА

Отчет оформляется в виде пояснительной записки на листах формата А4 (210 × 297 мм). Необходимо дома подготовить заготовку отчета по всей работе. Заготовка отчета должна содержать номер, цель и содержание работы, все пункты домашних заданий и свободные места для их выполнения. Дополнительно в отчете необходимо сделать выводы по результатам проделанной работы. Рисунки и графики выполнять на отдельных листах формата А4, на которых, если позволяет место, может быть размещено по несколько рисунков. Рисунки вкладывать в отчет после первой ссылки по тексту. Титульный лист выполняется по ГОСТ 7.4-78 в виде обложки, в которую вкладывается отчет.

При выполнении работ в дистанционном формате отчет загружается в систему дистанционно образования ВГТУ в формате pdf.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАДАНИЯМ

1. Как описываются системы управления линейной математической моделью?
2. Приведите пример математической модели линейной системы управления?
3. Какие закономерности радиосистем и комплексов управления, описываются линейной математической моделью?
4. Как производится исследование математической модели линейной системы управления?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ НЕЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1. Цель работы

Построение и исследование математической модели нелинейной системы управления. Выявление закономерностей управления радиосистем и комплексов управления, описываемых нелинейной математической моделью.

1.2. Содержание работы

В работе осуществляется построение и исследование математической модели нелинейной системы управления методом аналитического анализа математической модели. Выявление закономерностей управления радиосистем и комплексов управления, описываемых нелинейной математической моделью производится на основе проведённого анализа.

Обучение осуществляется в процессе выполнения домашних и лабораторных заданий. Контроль усвоения полученных студентами знаний и навыков производится при собеседовании путем оценки полученных ответов.

Время выполнения домашних заданий 3 ч. Общее время на выполнение лабораторных заданий, включая собеседование и отчет по лабораторной работе 4 ч.

1.3. Указания по технике безопасности

В процессе работы необходимо соблюдать общие правила техники безопасности при работе с электроустановками напряжением до 1000 В.

2. ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

Для построения и исследования математической модели нелинейной системы управления, а также выявления закономерностей управления радиосистем и комплексов управления, описываемых линейной математической моделью, необходимо ознакомиться с соответствующими разделами по анализу и синтезу радиотехнических систем [1, 2].

Подготавливается к практической части, ознакомившись с теоретическим описанием и методикой анализа математической модели радиосистем и комплексов управления, описываемых нелинейной математической моделью в разделе 10 [3].

Примерный перечень заданий приведен в таблице 2. Номер варианта соответствует номеру подгруппы или студента по списку, номер задачи соответствует разделу 12 [3].

Таблица 2

Вар.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Задание	12.1	12.2	12.3	12.4	12.5	12.6	12.7	12.8
	12.21	12.22	12.23	12.24	12.25	12.26	12.27	12.28
Вар.	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI
Задание	12.11	12.12	12.13	12.14	12.15	12.16	12.17	12.18
	12.31	12.32	12.33	12.34	12.35	12.36	12.37	12.38

3. УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА

Отчет оформляется в виде пояснительной записки на листах формата А4 (210 × 297 мм). Необходимо дома подготовить заготовку отчета по всей работе. Заготовка отчета должна содержать номер, цель и содержание работы, все пункты домашних заданий и свободные места для их выполнения. Дополнительно в отчете необходимо сделать выводы по результатам проделанной работы. Рисунки и графики выполнять на отдельных листах формата А4, на которых, если позволяет место, может быть размещено по несколько рисунков. Рисунки вкладывать в отчет после первой ссылки по тексту. Титульный лист выполняется по ГОСТ 7.4-78 в виде обложки, в которую вкладывается отчет.

При выполнении работ в дистанционном формате отчет загружается в систему дистанционно образования ВГТУ в формате pdf.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАДАНИЯМ

1. Как описывается системы управления нелинейной математической моделью?
2. Приведите пример математической модели нелинейной системы управления?
3. Какие закономерности радиосистем и комплексов управления, описываются нелинейной математической моделью?
4. Как производится исследование математической модели нелинейной системы управления?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОПТИМАЛЬНОЙ ЛИНЕЙНОЙ И НЕЛИНЕЙНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1. Цель работы

Построение и исследование математической модели линейной и нелинейной фильтрации. Выявление закономерностей управления радиосистем и комплексов управления, построенных на принципах оптимальной линейной и нелинейной фильтрации.

1.2. Содержание работы

В работе осуществляется построение и исследование математической модели линейной и нелинейной фильтрации методом аналитического анализа математической модели..

Обучение осуществляется в процессе выполнения домашних и лабораторных заданий. Контроль усвоения полученных студентами знаний и навыков производится при собеседовании путем оценки полученных ответов.

Время выполнения домашних заданий 3 ч. Общее время на выполнение лабораторных заданий, включая собеседование и отчет по лабораторной работе 4 ч.

1.3. Указания по технике безопасности

В процессе работы необходимо соблюдать общие правила техники безопасности при работе с электроустановками напряжением до 1000 В.

2. ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

Для построения и исследования математической модели оптимальной линейной и нелинейной фильтрации, а также выявления закономерностей управления радиосистем и комплексов управления, необходимо ознакомиться с соответствующими разделами по анализу и синтезу радиотехнических систем [1, 2].

Подготовится к практической части, ознакомившись с теоретическим описанием и методикой анализа математической модели радиосистем и комплексов управления, описываемых математической моделью в разделе 14 [3].

Примерный перечень заданий приведен в таблице 3. Номер варианта соответствует номеру подгруппы или студента по списку, номер задачи соответствует разделу 14 [3].

Таблица 3

Вар.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Задание	14.1	14.2	14.3	14.4	14.5	14.6	14.7	14.8
	14.21	14.22	14.23	14.24	14.25	14.26	14.27	14.28
Вар.	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI
Задание	14.11	14.12	14.13	14.14	14.15	14.16	14.17	14.18
	14.31	14.32	14.33	14.34	14.35	14.36	14.37	14.38

3. УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА

Отчет оформляется в виде пояснительной записки на листах формата А4 (210 × 297 мм). Необходимо дома подготовить заготовку отчета по всей работе. Заготовка отчета должна содержать номер, цель и содержание работы, все пункты домашних заданий и свободные места для их выполнения. Дополнительно в отчете необходимо сделать выводы по результатам проделанной работы. Рисунки и графики выполнять на отдельных листах формата А4, на которых, если позволяет место, может быть размещено по несколько рисунков. Рисунки вкладывать в отчет после первой ссылки по тексту. Титульный лист выполняется по ГОСТ 7.4-78 в виде обложки, в которую вкладывается отчет.

При выполнении работ в дистанционном формате отчет загружается в систему дистанционно образования ВГТУ в формате pdf.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАДАНИЯМ

1. Приведите основные принципы оптимальной линейной фильтрации?
2. Приведите основные принципы оптимальной нелинейной фильтрации?
3. Как проводится анализ и синтез систем оптимальной линейной фильтрации?
4. Как проводится анализ и синтез систем оптимальной нелинейной фильтрации?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОБНАРУЖЕНИЯ И РАЗЛИЧЕНИЯ СИГНАЛОВ

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1. Цель работы

Построение и исследование математической модели обнаружения и различения сигналов. Выявление закономерностей управления радиосистем и комплексов управления, построенных на принципах оптимального обнаружения и различения сигналов.

1.2. Содержание работы

В работе осуществляется построение и исследование математической модели обнаружения и различения сигналов методом аналитического анализа математической модели.

Обучение осуществляется в процессе выполнения домашних и лабораторных заданий. Контроль усвоения полученных студентами знаний и навыков производится при собеседовании путем оценки полученных ответов.

Время выполнения домашних заданий 3 ч. Общее время на выполнение лабораторных заданий, включая собеседование и отчет по лабораторной работе 4 ч.

1.3. Указания по технике безопасности

В процессе работы необходимо соблюдать общие правила техники безопасности при работе с электроустановками напряжением до 1000 В.

2. ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

Для построения и исследования математической модели обнаружения и различения сигналов, а так же выявления закономерностей управления радиосистем и комплексов управления, необходимо ознакомиться с соответствующими разделами по анализу и синтезу радиотехнических систем [1, 2].

Подготовится к практической части, ознакомившись с теоретическим описанием и методикой анализа математической модели радиосистем и комплексов управления, описываемых математической моделью в разделе 15 [3]

Примерный перечень заданий приведен в таблице 4. Номер варианта соответствует номеру подгруппы или студента по списку, номер задачи соответствует разделу 14 [3].

Таблица 4

Вар.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Задание	15.1	15.2	15.3	15.4	15.5	15.6	15.7	15.8
	15.21	15.22	15.23	15.24	15.25	15.26	15.9	15.10
Вар.	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI
Задание	15.11	15.12	15.13	15.14	15.15	15.16	15.17	15.18
	15.1	15.2	15.3	15.4	15.5	15.6	15.7	15.8

3. УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА

Отчет оформляется в виде пояснительной записки на листах формата А4 (210 × 297 мм). Необходимо дома подготовить заготовку отчета по всей работе. Заготовка отчета должна содержать номер, цель и содержание работы, все пункты домашних заданий и свободные места для их выполнения. Дополнительно в отчете необходимо сделать выводы по результатам проделанной работы. Рисунки и графики выполнять на отдельных листах формата А4, на которых, если позволяет место, может быть размещено по несколько рисунков. Рисунки вкладывать в отчет после первой ссылки по тексту. Титульный лист выполняется по ГОСТ 7.4-78 в виде обложки, в которую вкладывается отчет.

При выполнении работ в дистанционном формате отчет загружается в систему дистанционно образования ВГТУ в формате pdf.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАДАНИЯМ

1. Приведите основные принципы сигналов?
2. Приведите основные принципы различения сигналов?
3. Как проводится обнаружение сигналов?
4. Как проводится различение сигналов?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ПУНКТОВ УПРАВЛЕНИЯ

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1. Цель работы

Разработка программно-аппаратных комплексов (ПАК) пунктов управления различного гражданского назначения.

1.2. Содержание работы

В работе осуществляется разработка ПАК пунктов управления различного гражданского назначения.

Обучение осуществляется в процессе выполнения домашних и лабораторных заданий. Контроль усвоения полученных студентами знаний и навыков производится при собеседовании путем оценки полученных ответов.

Время выполнения домашних заданий 3 ч. Общее время на выполнение лабораторных заданий, включая собеседование и отчет по лабораторной работе 4 ч.

1.3. Указания по технике безопасности

В процессе работы необходимо соблюдать общие правила техники безопасности при работе с электроустановками напряжением до 1000 В.

2. ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

В соответствии с номером варианта в таблице 5 провести анализ задания, выбрать необходимое оборудование: средства связи, коммутации, антенно-мачтовые устройства, навигационную аппаратуру, вычислительную технику. Для этого рекомендуется использовать электронные каталоги продукции ГК «Ростех», АО «Концерн «Созвездие», АО «Концерн ВКО «Алмаз - Антей» и аналогичных отечественных производителей.

Оценить необходимую мощность и выбрать систему электроснабжения. Пример мобильного пункта управления представлен на рис. 1.

Для организации автоматизированных рабочих мест (АРМ) операторов выбрать необходимое оснащение: столы, кресла, средства вентиляции, фильтрации, отопления и кондиционирования с учётом эргономических требований.

Пример организации АРМ оператора представлен на рис. 5.2.

На основании этого обосновать выбор транспортной базы, преимущественно колёсной. Провести эскизное размещение эскиз внутренней и внешней компоновки объекта (с указанием размещения антенн и мачт).

В качестве программного обеспечения следует выбирать системное программное обеспечение из «Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных». Необходимо выбрать ОС, ГИС, офисный пакет, а также разработать алгоритмы специального, ориентированного на задачу конкретного ПАК, программного обеспечения (СПО), например, «СПО управления БЛА».

Мобильные пункты управления

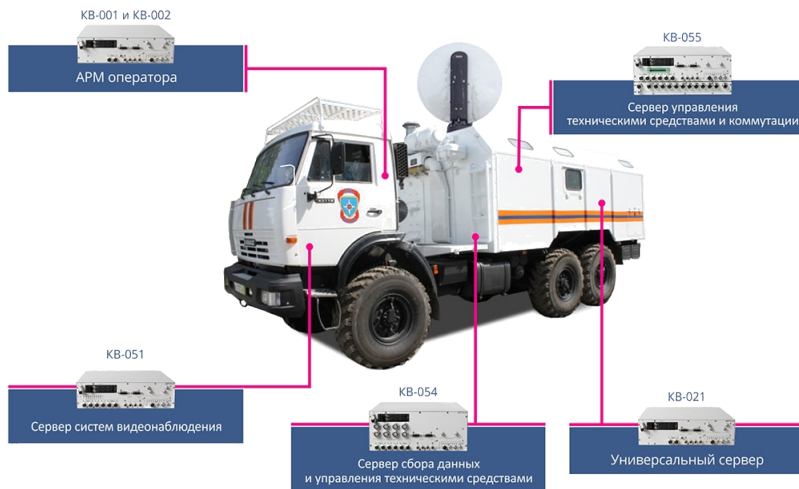


Рис. 1 Мобильный пункт управления



Рис. 2. АРМ оператора

2.2 Выполнение работы.

1. Провести анализ задания на работу.
2. Используя электронные каталоги и открытую информацию в сети Интернет выбрать необходимое оборудование.
3. Сформировать таблицу выбранного оборудования, с указаниями технических параметров, габаритов и требований.
4. Определить требования к системе электроснабжения и выбрать её из номенклатуры готовых решений.
5. Оценить необходимый объем и выбрать транспортную базу, вспомогательное оборудования для организации необходимого количества АРМ.
6. Разработать схему электрическую соединений, перечень элементов.
7. Разработать эскизное размещение эскиз внутренней и внешней компоновки объекта (с указанием размещения антенн и мачт), с учетом ЭМС и ограничений выбранной транспортной базы.
8. Определить необходимое алгоритмическое и программное обеспечение, алгоритмы работы операторов ПАК.
9. Выбрать необходимое ПО из «Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных».
10. Для СПО разработать алгоритмы работы.

Примерный перечень заданий приведён в таблице 5. Номер варианта соответствует номеру подгруппы или студента по списку, типовое задание:

Требование к аппаратной части:

1. ПАК должен быть размещён на колёсной транспортной базе.
2. Питание ПАК от промышленной сети и встроенного генератора.
3. В ПАК должно быть не менее четырех автоматизированных рабочих мест.
4. ПАК должен обеспечивать управление не менее четырёх каналов управления
5. ПАК должен быть оснащён системой спутниковой навигации.

Требование к программной части:

1. Автоматизированные рабочие места должны использовать вычислительные средства отечественного производства.
2. Системное программное обеспечение должно быть из «Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных».
3. Программное обеспечение должно настраивать, управлять и диагностировать аппаратуру из состава ПАК.
4. Программное обеспечение должно обеспечивать организацию, управление и контроль всех каналов связи ПАК
5. Программное обеспечение должно обеспечивать автоматизацию управления.
6. Программное обеспечение должно обеспечивать отображение на электронной карте местоположение ПАК и объектов управления.

Таблица 5

№	Задание
1.	Разработка мобильного ПАК для управления авиацией
2.	Разработка мобильного ПАК для управления БЛА
3.	Разработка мобильного ПАК спутниковой связи
4.	Разработка мобильного ПАК мониторинга ЭМС
5.	Разработка мобильного ПАК мониторинга экологической обстановки
6.	Разработка мобильного ПАК МЧС
7.	Разработка мобильного ПАК геодезической службы
8.	Разработка мобильного ПАК Росгвардии РФ
9.	Разработка мобильного ПАК для БС сотовой связи
10.	Разработка мобильного ПАК для радиорелейной связи
11.	Разработка мобильного ПАК для ДКМВ связи
12.	Разработка мобильного ПАК для МВ-ДМВ связи
13.	Разработка мобильного ПАК для органов гос. управления
14.	Разработка мобильного ПАК передвижного узла связи
15.	Разработка мобильного ПАК наблюдения и охраны правопорядка
16.	Разработка мобильного ПАК для управления робототехническими комплексами.

3. УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА

Отчет оформляется в виде пояснительной записки на листах формата А4 (210 × 297 мм). Необходимо дома подготовить заготовку отчета по всей работе. Заготовка отчета должна содержать номер, цель и содержание работы, все пункты домашних заданий и свободные места для их выполнения. Дополнительно в отчете необходимо сделать выводы по результатам проделанной работы. Рисунки и графики выполнять на отдельных листах формата А4, на которых, если позволяет место, может быть размещено по несколько рисунков. Рисунки вкладывать в отчет после первой ссылки по тексту. Титульный лист выполняется по ГОСТ 7.4-78 в виде обложки, в которую вкладывается отчет.

При выполнении работ в дистанционном формате отчет загружается в систему дистанционно образования ВГТУ в формате pdf.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАДАНИЯМ

1. Приведите основные элементы ПАК?
2. Приведите основные эргономические требования к ПАК?
3. Приведите основные требования к аппаратной части ПАК?
4. Приведите основные требования к программной части ПАК?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

МОДУЛИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1. Цель работы

Разработка модулей для радиосистем и комплексов управления. Изучение основ построения элементов систем управления.

1.2. Содержание работы

В работе осуществляется разработка модулей для радиосистем и комплексов управления.

Обучение осуществляется в процессе выполнения домашних и лабораторных заданий. Контроль усвоения полученных студентами знаний и навыков производится при собеседовании путем оценки полученных ответов.

Время выполнения домашних заданий 3 ч. Общее время на выполнение лабораторных заданий, включая собеседование и отчет по лабораторной работе 4 ч.

1.3. Указания по технике безопасности

В процессе работы необходимо соблюдать общие правила техники безопасности при работе с электроустановками напряжением до 1000 В.

2. ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

2.1 Домашнее задание

В соответствии с номером варианта в таблице 7 провести обзор аналогичных решений и схемотехнических основ построения. Выбрать элементную базу, предпочитая отечественную, например, АО «НИИЭТ», АО НПО «ЭРКОН», АО НПЦ «ЭЛВИС».

В качестве примера рассмотрим лабораторно-исследовательский стенд «Системы спутниковой навигации и наведения (ГЛОНАСС И GPS)», который предназначен для проведения научно-исследовательских работ по системам спутниковой навигации в интересах применения как в коммерческих, так и в системах двойного назначения. Используется для разработки алгоритмов повышения точности позиционирования, навигации и наведения. Область применения: мобильные телекоммуникационные системы, системы автономного беспилотного управления (БПЛА, беспилотные автомобили), системы наведения.

Стенд основан на чипе системы спутниковой навигации EB-500, фирмы TRANSYSTEM INC. Схема электрическая принципиальная приведена на рис. 3.

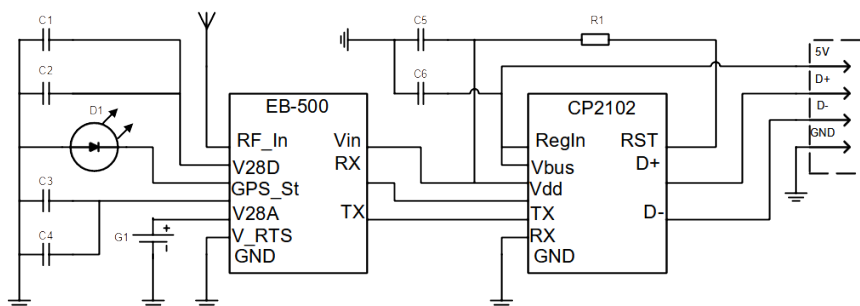


Рис. 3 – Схема электрическая принципиальная стенда

Основные характеристики, такие как диапазон, чувствительность, точность, количество обрабатываемых спутников приведены в таблице 6.

Таблица 6 Основные характеристики.

Параметр	Значение
Диапазон	L1
Чувствительность	до -165 дБ
Количество спутников	до 66
Точность позиционирования	до 3м
Точность определения скорости	до 0.1 м/с
Точность определения ускорения	до 0.1 м/с ²
Точности синхронизации	до 100 нс

2.3 Выполнение работы.

1. Провести анализ задания на работу.
2. Используя электронные каталоги и открытую информацию в сети Интернет выбрать элементную базу.
3. Разработать схему электрическую принципиальную (соединений), перечень элементов, таблицу соединений.
4. Привести описание составных элементов и ее работы в целом.

Примерный перечень заданий приведён в таблице 7. Номер варианта соответствует номеру подгруппы или студента по списку.

Таблица 7 Варианты заданий

№	Задание
1.	Доплеровский измеритель путевой скорости и угла сноса
2.	Модуль передачи телеметрической информации
3.	Модуль приёма телеметрической информации
4.	Навигационный модуль ГЛОНАСС
5.	Модуль инерциальной навигационной системы
6.	Модуль оптического распознавания цели
7.	Модуль радиолокационного распознавания цели
8.	Модуль распознавания цели в ИК диапазоне
9.	Модуль защиты от высокоточного оружия
10.	Модуль 3х осевой стабилизации платформы
11.	Баллистический спецвычислитель
12.	Модуль авиационного транспондера
13.	Модуль радиолокационного ответчика УВД
14.	Модуль радиокompаса
15.	Модуль управления БЛА
16.	Модуль радиолокационной головки самонаведения

3. УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА

Отчет оформляется в виде пояснительной записки на листах формата А4 (210 × 297 мм). Необходимо дома подготовить заготовку отчета по всей работе. Заготовка отчета должна содержать номер, цель и содержание работы, все пункты домашних заданий и свободные места для их выполнения. Дополнительно в отчете необходимо сделать выводы по результатам проделанной работы. Рисунки и графики выполнять на отдельных листах формата А4, на которых, если позволяет место, может быть размещено по несколько рисунков. Рисунки вкладывать в отчет после первой ссылки по тексту. Титульный лист выполняется по ГОСТ 7.4-78 в виде обложки, в которую вкладывается отчет.

При выполнении работ в дистанционном формате отчет загружается в систему дистанционно образования ВГТУ в формате pdf.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАДАНИЯМ

1. Исходя из каких соображений выбирают элементную базу?
2. Приведите основные требования к модулю?
3. Приведите описание составных элементов модуля?
4. Какие основные параметры разработанного модуля?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СИСТЕМА СОПРОВОЖДЕНИЯ ЦЕЛИ

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1. Цель работы

Исследование принципов радиолокационного сопровождения целей, выявление закономерностей построения и работы радиосистем и комплексов управления для радиолокационного сопровождения целей.

1.2. Содержание работы

В работе осуществляется разработка модели радиолокационного сопровождения целей.

Обучение осуществляется в процессе выполнения домашних и лабораторных заданий. Контроль усвоения полученных студентами знаний и навыков производится при собеседовании путем оценки полученных ответов.

Время выполнения домашних заданий 3 ч. Общее время на выполнение лабораторных заданий, включая собеседование и отчет по лабораторной работе 4 ч.

1.3. Указания по технике безопасности

В процессе работы необходимо соблюдать общие правила техники безопасности при работе с электроустановками напряжением до 1000 В.

2. ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

2.1 Домашнее задание

Для изучения принципов и законов радиолокационного сопровождения целей необходимо ознакомиться с соответствующими разделами в [1, 2].

Исследование принципов радиолокационного сопровождения целей осуществляется на виртуальном стенде.

2.2 Описание стенда

Виртуальный лабораторный стенд предназначен для изучения работы систем радиолокационного сопровождения целей. В качестве радиолокационной станции (РЛС) сопровождения целей используется модель РЛС наземного базирования. Внешний вид виртуального лабораторного стенда представлен на рис. 4.

Виртуальный лабораторный стенд эмулирует три типа цели:

- наземная цель, движущаяся равномерно и прямолинейно (цель №1);
- воздушная цель, движущаяся равномерно и прямолинейно (цель №2);
- воздушная цель, движущаяся по параболической траектории с ускорением (цель №3).

– В качестве исходных данных задаются:

– Для РЛС – координаты, угол обзора, скорость вращения, начальный азимут.

– Для целей – координаты, скорость, ускорение (для воздушной цели №2).

– Сам РЛС представлен классической радиолокационной моделью, рис. 5, учитывающей параметры сигнала, условия распространения радиоволн, погоду и отражающую способность цели.

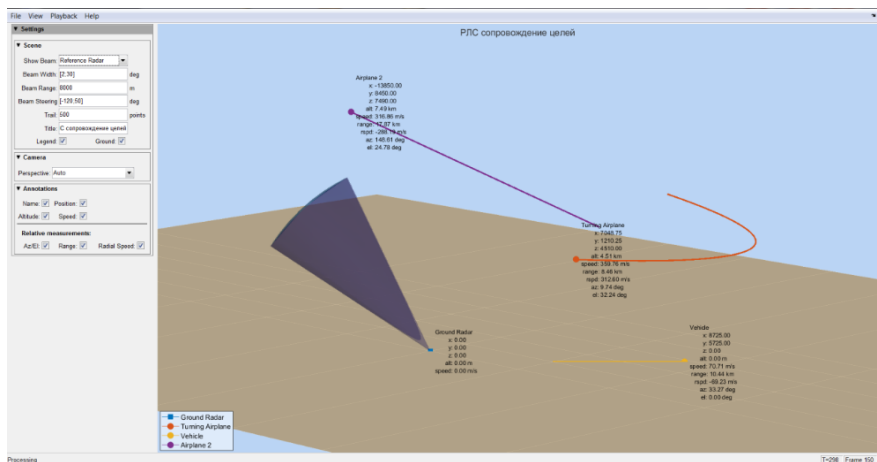
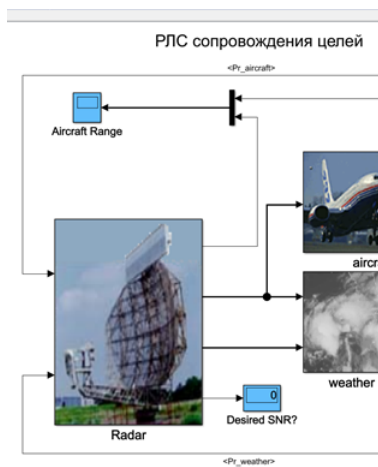


Рис. 4 Виртуальный лабораторный стенд радиолокационного сопровождения целей.



The screenshot shows a radar configuration interface. The 'RADAR Band' is set to 'L Band'. The 'Wavelength (m)' is set to '0.295'. Other parameters include 'Transmitter Power (kW)' at 50, 'Losses (dB)' at 5, 'Noise Factor (dB)' at 5, 'Antenna Efficiency' at 0.7, 'RADAR Range (N. Mile)' at 50, 'Elev. Separation (N. Mile)' at 2, 'Lat. Separation (N. Mile)' at 2, and 'Range Resolution (m)' at 150. The interface also includes sections for 'Bandwidth', 'Reliable', 'Working T', and 'Weather' with various checkboxes and dropdowns.

Рис. 5 Модель РЛС

2.3 Порядок работы со стендом

1. Подключить питание стенда, включить компьютер. Войти под пользователем «Student», пароль «12345678».

2. Запустить виртуальный лабораторный стенд радиолокационного сопровождения целей.

3. Согласно номеру варианта ввести учитывающей параметры сигнала, условия распространения радиоволн, погоду и отражающую способность цели.

4. Провести эксперименты на виртуальном лабораторном стенде радиолокационного сопровождения целей №1, №2, №3, определить условия для возможного сопровождения цели без срывов.

Примерный перечень заданий приведен в таблице 8. Номер варианта соответствует номеру подгруппы или студента по списку.

Таблица 8

Вариант	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII I
Мощность, кВт	50	60	70	50	60	70	50	60
Потери, дБ	5	3	6	10	12	3	6	10
Шум-фактор, дБ	5	4	3	5	4	3	5	4
Эффективность антенны	5	3	4	5	3	4	5	3
Погодные условия	1	2	3	4	5	1	2	3

Погодные условия: 1 – не заданы; 2 – изморось; 3 – небольшие атмосферные осадки; 4 – умеренные атмосферные осадки; 5 – сильные атмосферные осадки.

3. УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА

Отчет оформляется в виде пояснительной записки на листах формата А4 (210 × 297 мм). Необходимо дома подготовить заготовку отчета по всей работе. Заготовка отчета должна содержать номер, цель и содержание работы, все пункты домашних заданий и свободные места для их выполнения. Дополнительно в отчете необходимо сделать выводы по результатам проделанной работы. Рисунки и графики выполнять на отдельных листах формата А4, на которых, если позволяет место, может быть размещено по несколько рисунков. Рисунки вкладывать в отчет после первой ссылки по тексту. Титульный лист выполняется по ГОСТ 7.4-78 в виде обложки, в которую вкладывается отчет.

При выполнении работ в дистанционном формате отчет загружается в систему дистанционно образования ВГТУ в формате pdf.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАДАНИЯМ

1. Перечислите основные принципы радиолокационного сопровождения цели?
2. Каким образом осуществляется сопровождение цели?
3. Каким образом влияют погодные условия?
4. Какие основные параметры радиолокационных систем?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

СИСТЕМЫ САМОНАВЕДЕНИЯ

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1. Цель работы

Исследование принципов работы систем самонаведения на цель. Выявление закономерностей построения и работы радиосистем и комплексов самонаведения.

1.2. Содержание работы

В работе осуществляется разработка модели системы самонаведения.

Обучение осуществляется в процессе выполнения домашних и лабораторных заданий. Контроль усвоения полученных студентами знаний и навыков производится при собеседовании путем оценки полученных ответов.

Время выполнения домашних заданий 3 ч. Общее время на выполнение лабораторных заданий, включая собеседование и отчет по лабораторной работе 4 ч.

1.3. Указания по технике безопасности

В процессе работы необходимо соблюдать общие правила техники безопасности при работе с электроустановками напряжением до 1000 В.

2. ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

2.1 Домашнее задание

Для изучения принципов и законов самонаведения на цели необходимо ознакомиться с соответствующими разделами в [1, 2].

Исследование работы систем самонаведения на цель и выявление закономерностей построения и работы радиосистем и комплексов самонаведения осуществляется на виртуальном стенде.

2.2 Описание стенда

Виртуальный лабораторный стенд предназначен для изучения работы систем самонаведения. В качестве рассматриваемой системы используется математическая модель системы самонаведения управляемой ракеты.

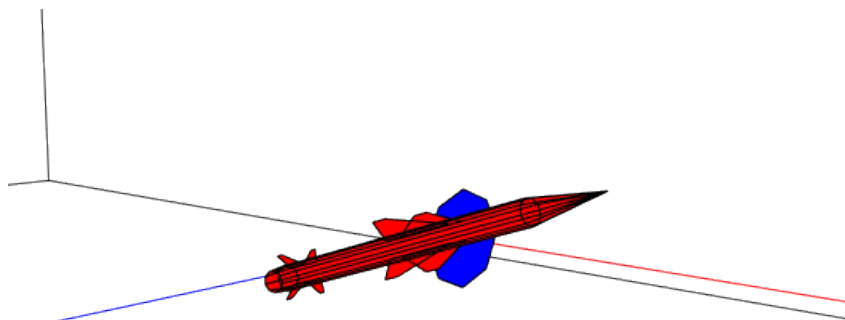


Рис 6 Внешний вид виртуального лабораторного стенда

Математическая модель описывает систему самонаведения ракеты на основе ПИД-регуляторов и представлена имитационной моделью, рис. 7. Цель движется по случайной траектории, определяемой генератором случайных чисел.

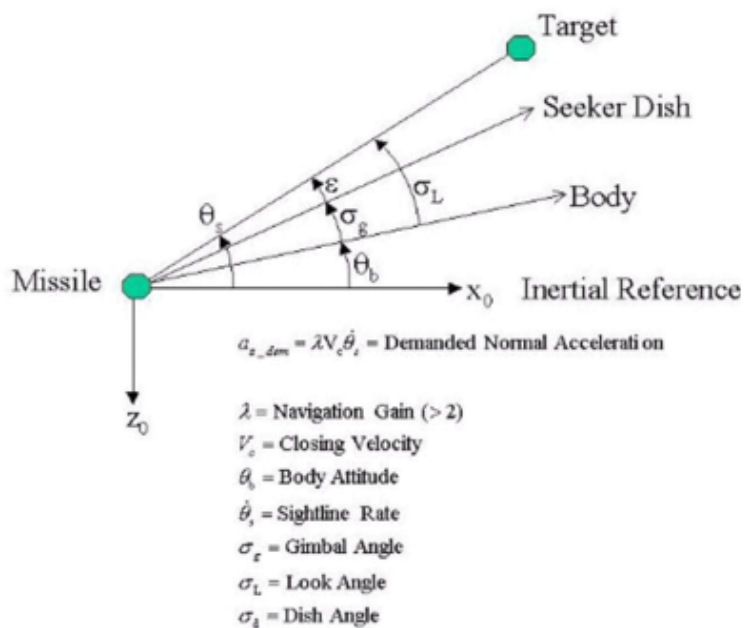
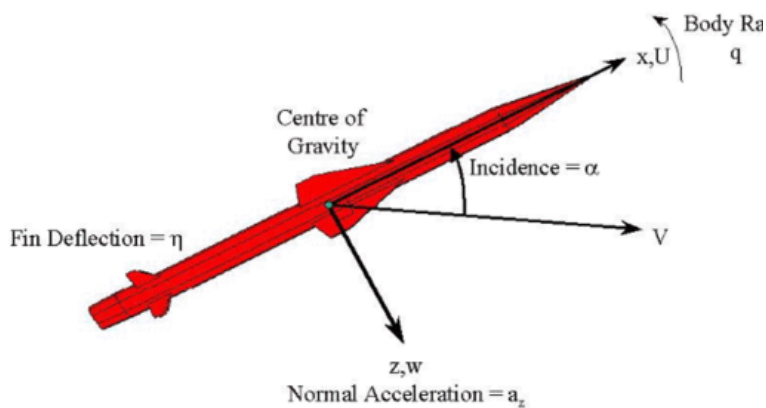


Рис. 7 Модель системы самонаведения.

2.3 Порядок работы со стендом

1. Подключить питание стенда, включить компьютер. Войти под пользователем «Student», пароль «12345678».

2. Запустить виртуальный лабораторный стенд системы самонаведения целей.

3. Согласно номеру варианта ввести координаты ракет и цели, закон управления.

4. Провести эксперименты на виртуальном лабораторном стенде, определить условия успешного поражения цели.

Примерный перечень заданий приведен в таблице 8. Номер варианта соответствует номеру подгруппы или студента по списку.

Таблица 9

Вариант	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII I
Начальные координаты ракеты	(0, 0, 0)	(0, 0, 1)	(0, 1, 0)	(1, 0, 0)	(0, 0, 0)	(0, 0, 1)	(0, 1, 0)	(1, 0, 0)
Начальные координаты цели	(1, 1, 1)	(-1, 1, 1)	(1, -1, 1)	(1, 1, -1)	(-1, -1, 1)	(-1, 1, -1)	(-1, -1, -1)	(1, 1, 1)
Закон управления	1	2	3	4	5	1	2	3

Закон управления: пропорциональный; 2 – интегральный; 3 – пропорционально-интегральный (изодромный); 4 – пропорционально-дифференциальный; 5 – пропорционально-интегрально-дифференциальный.

3. УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА

Отчет оформляется в виде пояснительной записки на листах формата А4 (210 × 297 мм). Необходимо дома подготовить заготовку отчета по всей работе. Заготовка отчета должна содержать номер, цель и содержание работы, все пункты домашних заданий и свободные места для их выполнения. Дополнительно в отчете необходимо сделать выводы по результатам проделанной работы. Рисунки и графики выполнять на отдельных листах формата А4, на которых, если позволяет место, может быть размещено по несколько рисунков. Рисунки вкладывать в отчет после первой ссылки по тексту. Титульный лист выполняется по ГОСТ 7.4-78 в виде обложки, в которую вкладывается отчет.

При выполнении работ в дистанционном формате отчет загружается в систему дистанционно образования ВГТУ в формате pdf.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАДАНИЯМ

5. Перечислите основные принципы радиолокационного сопровождения цели?
6. Каким образом осуществляется сопровождение цели?
7. Каким образом влияют погодные условия?
8. Какие основные параметры радиолокационных систем?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тихонов В.И. Харисов В.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем: Учеб. пособие. - М. : Радио и связь, 1991. - 608с. : ил. - ISBN 5-256-00789-0 : 3480.00.

2. Радиотехнические системы: Учебник / под ред. Ю. М. Казаринова. - М. : Академия, 2008. - 592 с. - ISBN 978-5-7695-3767-7 : 669-00.

3. Горяинов Б.Т., Журавлев А.Г., Тихонов В.И. Статистическая радиотехника: Примеры и задачи. Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.И. Тихонова.- 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Сов радио, 1980 г. – 544 с.

4. Радиотехнические системы: Учебник / под ред. Ю. М. Казаринова. - М. : Академия, 2008. - 592 с. - ISBN 978-5-7695-3767-7 : 669-00.

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа №1. Исследование математической модели линейной системы управления	1
Лабораторная работа №2. Исследование математической модели нелинейной системы управления	4
Лабораторная работа №3. Исследование математической модели оптимальной линейной и нелинейной фильтрации	7
Лабораторная работа №4. Исследование математической модели обнаружения и различения сигналов	10
Лабораторная работа №5. Программно-аппаратные комплексы пунктов управления	13
Лабораторная работа №6. Модули систем управления	20
Лабораторная работа №7. Радиолокационная система сопровождения цели	25
Лабораторная работа №8. Системы самонаведения	30

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам № 1-8

по дисциплине «Основы теории радиосистем и комплексов
управления» для специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные
системы и комплексы» очной формы обучения

Составители

Русанов Александр Валерьевич

Сафонов Иван Александрович

В авторской редакции

Компьютерный набор И.А. Сафонов

Подписано в печать

Формат 60×84/16. Бумага для множительных аппаратов

Усл. печ. л. Уч.-изд. л. ... Тираж экз.

“С” Заказ №

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический
университет»

394026 Воронеж, Московский просп., 14