

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Страхов С.Ю.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Направление/специальность подготовки	24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Информационно-измерительная техника и технологии
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
Кафедра-разработчик рабочей программы	И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	8	3	108	39	13	0	26	69	0	0	69	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
Певишев Сергей Александрович, к.т.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

Заведующий кафедрой Страхов С.Ю., д.т.н., проф.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-6.2 — Способен сопровождать процесс подготовки и проведения испытаний космических аппаратов, космических систем и их составных частей на всех этапах жизненного цикла

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-6.2

знания:

основные положения закона Российской Федерации об обеспечении единства измерений, основные факторы, вызывающие погрешность результатов радиоизмерений;;

умения:

реализация программы экспериментальных исследований в части радиоизмерений;;

навыки:

применение современных радиоизмерительных приборов;.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, % ПК-6.2
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		
4	8	Раздел 1. Введение. Роль множественных измерений в производстве и научном эксперименте. Виды и структуры измерительных информационных систем.	11	2	2	0	9	10
4	8	Раздел 2. Причины потери информации в измерительных системах. Анализ причин искажения информации в ИИС. Анализ погрешностей первичных датчиков преобразователей физических процессов в электрический сигнал. Понятие шумовой температуры. Шумы нормализации и их оценка.	26	14	2	12	12	10
4	8	Раздел 3. Принципы разделения измерительных каналов. Частотное и временное разделение каналов. Шум дискретизации и восстановления. Шум квантования и его оценка. Шум регенерации кодовых слов для шумящего канала.	22	10	2	8	12	10
4	8	Раздел 4. Обеспечение точности, быстродействия и помехоустойчивости ИИС. Методы борьбы с аномальными измерениями. Медианная фильтрация. Шумы неперекрестной и рекурсивной цифровой фильтрации в ИИС. Формула Шеннона и ее интерпретация.	14	2	2	0	12	20
4	8	Раздел 5. Особенности телеизмерительных систем. Анализ причин информационной избыточности измерительных данных. Пути устранения информационной избыточности данных.	14	2	2	0	12	20
4	8	Раздел 6. Особенности проектирования ИИС. Элементная база. ИИС на основе микропроцессорных средств. Интерфейсы ИИС. Потери информации в ИИС из-за сбоев и отказов. Аппаратные методы борьбы со сбоями и отказами в ИИС. Пути обеспечения надежности ИИС. Прогнозирование надежности ИИС.	21	9	3	6	12	30
Всего за 8 семестр			108	39	13	26	69	100
Всего по дисциплине			108	39	13	26	69	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Причины потери информации в измерительных системах.	Применение методики расчета отношения сигнал-шум для измерительных систем космического базирования. Примеры расчета. Обсуждение результатов. Методика оценки дисперсии шума нормализации.	12
2	Раздел 3. Принципы разделения измерительных каналов.	Методика выбора частоты дискретизации изменяющегося параметра. Оценка дисперсии ошибки восстановления параметра. Оценка дисперсии шум квантования. Примеры расчета.	8
3	Раздел 6. Особенности проектирования ИИС.	Демонстрация метода пространства состояний. Рассмотрение области применимости метода. Знакомство с программным продуктом для анализа систем в пространстве состояний. Решение задач.	6
Всего за 8 семестр			26

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение.	Изучение особенностей дисциплины, знакомство с рекомендуемой литературой. Изучение стандартов.	9
2	Раздел 2. Причины потери информации в измерительных системах.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 2 с использованием рекомендуемой литературы; Подготовка к практическим занятиям;	12
3	Раздел 3. Принципы разделения измерительных каналов.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 3 с использованием рекомендуемой литературы Подготовка к практическим занятиям;	12
4	Раздел 4. Обеспечение точности, быстродействия и помехоустойчивости ИИС.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 4 с использованием рекомендуемой литературы;	12
5	Раздел 5. Особенности телеизмерительных систем.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 4 с использованием рекомендуемой литературы;	12
6	Раздел 6. Особенности проектирования ИИС.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 6 с использованием рекомендуемой литературы; Подготовка к практическим занятиям;	12
Всего за 8 семестр			69

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8			Контр.Р.		Контр.Р.	ДР	Контр.Р.		Контр.Р.	ДР	Контр.Р.		Контр.Р., диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- контрольная работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Измерения в радиоэлектронике. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, эл. рес.
2. Г. Г. Раннев. . Измерительные информационные системы. М.: Академия, 2010, 22 экз.
3. Л. Г. Муханин. . Схемотехника измерительных устройств. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
4. С. И. Борицько, Н. В. Дементьев, Б. Н. Тихонов. . Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах. М.: Горячая линия-Телеком, 2007, 45 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Радиотехника – XXI век.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
3. <http://library.voenmeh.ru/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/> - КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Измерительный комплекс Metex M5-9160.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете И Информационных и управляющих систем БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-6.2 Способен сопровождать процесс подготовки и проведения испытаний космических аппаратов, космических систем и их составных частей на всех этапах жизненного цикла.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с проведением измерений и метрологическими расчетами.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- контрольная работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**13 ч.**), практические занятия (**26 ч.**), самостоятельная работа студента (**69 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 39 ч. аудиторных занятий, и 69 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

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

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

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

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Введение.		
Изучение особенностей дисциплины, знакомство с рекомендуемой литературой. Изучение стандартов.	Г. Г. Раннев. . Измерительные информационные системы: М.: Академия, 2010 (1)	9
Итого по разделу 1		9
Раздел 2. Причины потери информации в измерительных системах.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 2 с использованием рекомендуемой литературы; Подготовка к практическим занятиям;	Л. Г. Муханин. . Схемотехника измерительных устройств: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1.1, 1.2, 1.3)	12
Итого по разделу 2		12
Раздел 3. Принципы разделения измерительных каналов.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 3 с использованием рекомендуемой литературы Подготовка к практическим занятиям;	. Измерения в радиоэлектронике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (2,3)	12
Итого по разделу 3		12
Раздел 4. Обеспечение точности, быстродействия и помехоустойчивости ИИС.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 4 с использованием рекомендуемой литературы;	. Измерения в радиоэлектронике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (2,3)	12
Итого по разделу 4		12
Раздел 5. Особенности телеизмерительных систем.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 4 с использованием рекомендуемой литературы;	С. И. Борицько, Н. В. Дементьев, Б. Н. Тихонов. . Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах: М.: Горячая линия-Телеком, 2007 (2,3)	12
Итого по разделу 5		12
Раздел 6. Особенности проектирования ИИС.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 6 с использованием рекомендуемой литературы; Подготовка к практическим занятиям;	Л. Г. Муханин. . Схемотехника измерительных устройств: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1)	12
Итого по разделу 6		12

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- контрольная работа;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Контрольная работа

Контрольные работы проводятся в виде теста из 10 вопросов. Если студент правильно ответил на 6-7 вопросов - "удовлетворительно", 8-9 - "хорошо", 10 - "отлично"

Дифференцированный зачет

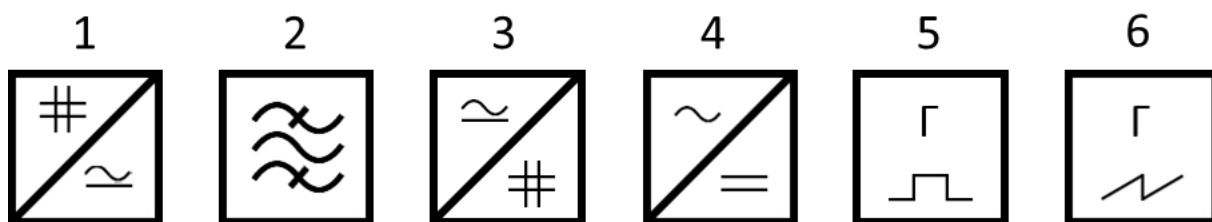
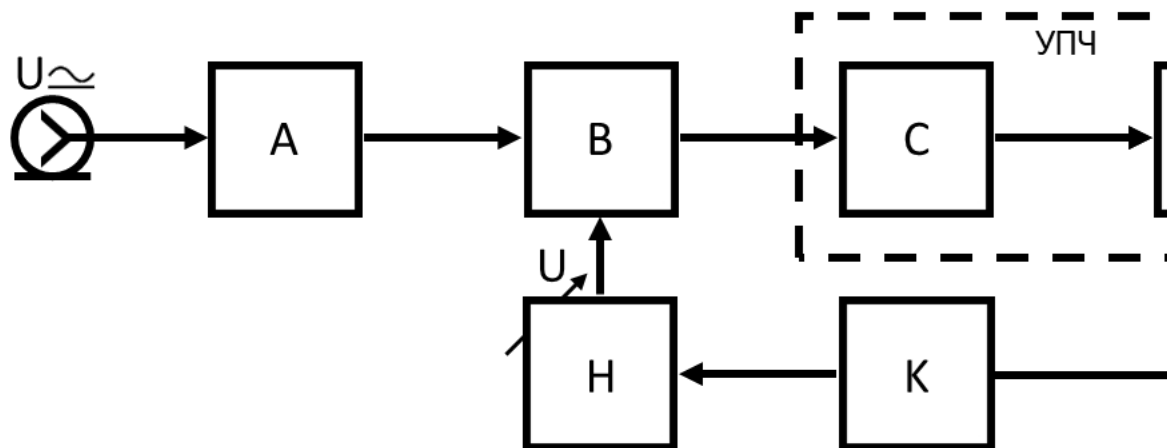
Оценка на дифф. зачете формируется на основании технологической карты дисциплины (по баллам, набранным в семестре), либо при очной сдаче дифференцированного зачета, где предлагается два теоретических вопроса. При развернутом ответе на оба вопроса - отлично, при неполном ответе на оба вопроса - хорошо, при ответе на один вопрос - удовлетворительно.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПК-6.2	
4	8	Раздел 1. Введение.	11	2	2	0	9	10	Контрольная работа
4	8	Раздел 2. Причины потери информации в измерительных системах.	26	14	2	12	12	10	Контрольная работа
4	8	Раздел 3. Принципы разделения измерительных каналов.	22	10	2	8	12	10	Контрольная работа
4	8	Раздел 4. Обеспечение точности, быстродействия и помехоустойчивости ИИС.	14	2	2	0	12	20	Контрольная работа
4	8	Раздел 5. Особенности телеизмерительных систем.	14	2	2	0	12	20	Контрольная работа
4	8	Раздел 6. Особенности проектирования ИИС.	21	9	3	6	12	30	Контрольная работа
Всего за 8 семестр			108	39	13	26	69	100	
Всего по дисциплине			108	39	13	26	69	100	

Оценочные материалы по дисциплине ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

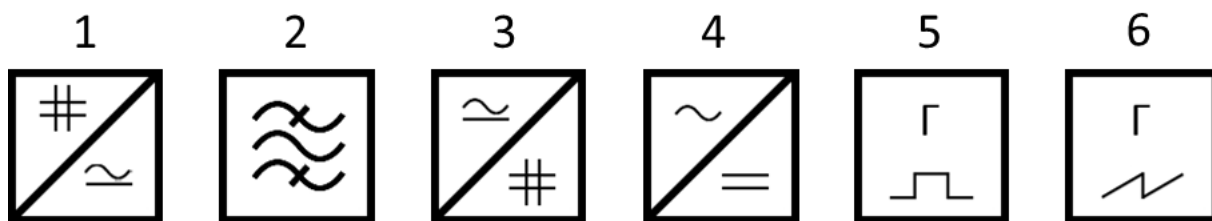
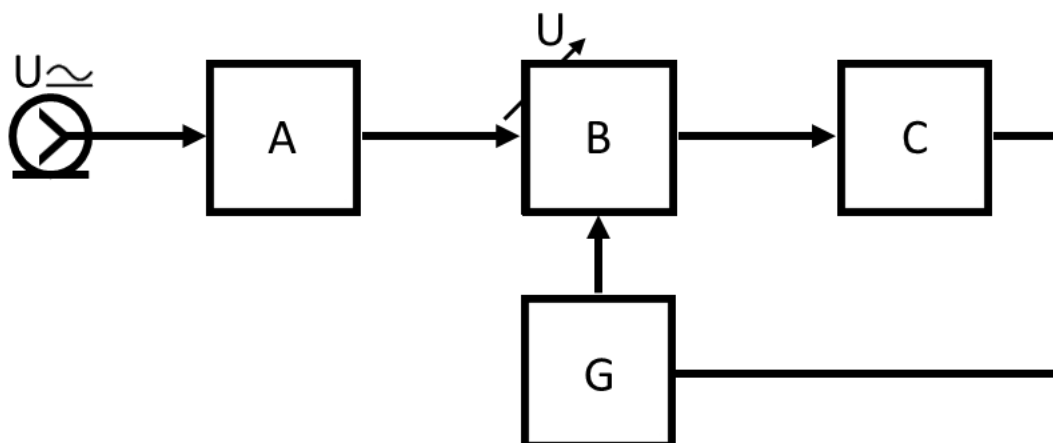
ПК-6.2 - Способен сопровождать процесс подготовки и проведения испытаний космических аппаратов, космических систем и их составных частей на всех этапах жизненного цикла

- № 1 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.
В чем измеряется разность фаз
1. Секунда
 2. Радиан
 3. Градус
 4. Радиан в секунду
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Какая погрешность соответствует классификации погрешностей измерений по зависимости абсолютной погрешности от значения измеряемой величины?
1. Мультипликативная
 2. Абсолютная
 3. Относительная
 4. Инструментальная
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие измерения соответствуют классификации по форме выражения результата?
1. Допусковые
 2. Эталонные
 3. Косвенные
 4. Относительные
 5. Многократные
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие измерения соответствуют классификации по форме выражения результата?
1. Абсолютные
 2. Эталонные
 3. Косвенные
 4. Относительные
 5. Многократные
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Какая погрешность соответствует классификации погрешностей измерений по зависимости абсолютной погрешности от значения измеряемой величины?
1. Аддитивная
 2. Абсолютная
 3. Относительная
 4. Инструментальная
- № 6 Прочитайте текст и установите соответствие
Перед Вами структурная схема последовательного анализа с перестраиваемым гетеродином. Установите соответствие между условными обозначениями, обозначенными элементами.



№ 7 Прочитайте текст и установите соответствие

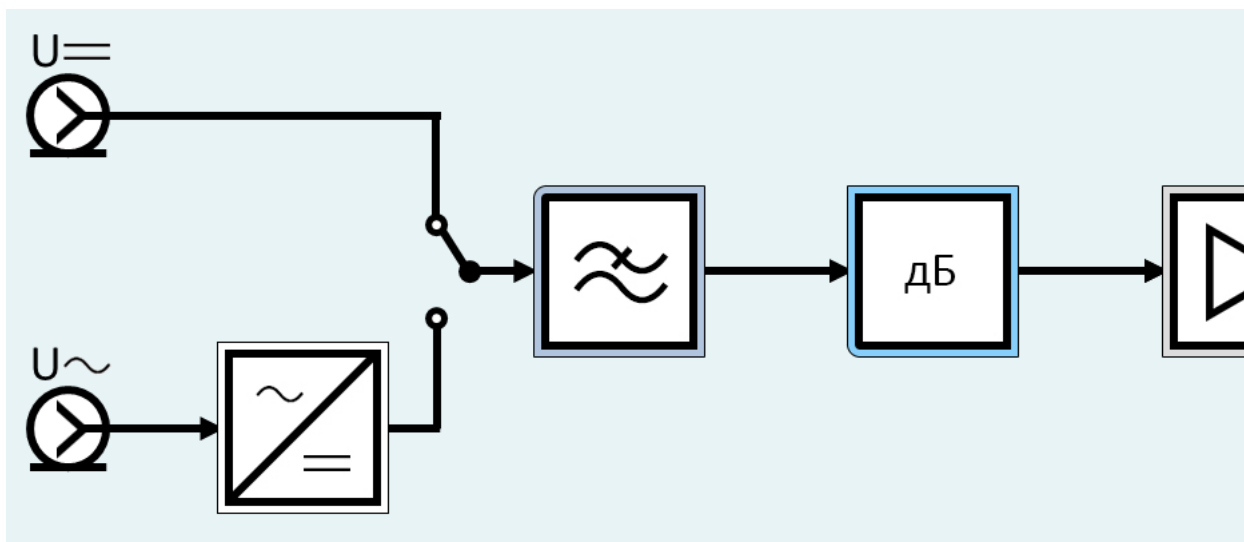
Перед Вами структурная схема последовательного анализа с перенастраиваемым полосовым фильтром. Установите соответствие между условно соответствующие позиции, обозначенные элементами.



№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

Перед Вами последовательность элементов структурной схемы цифрового вольтметра общего применения. Запишите соответствующую последовательность.

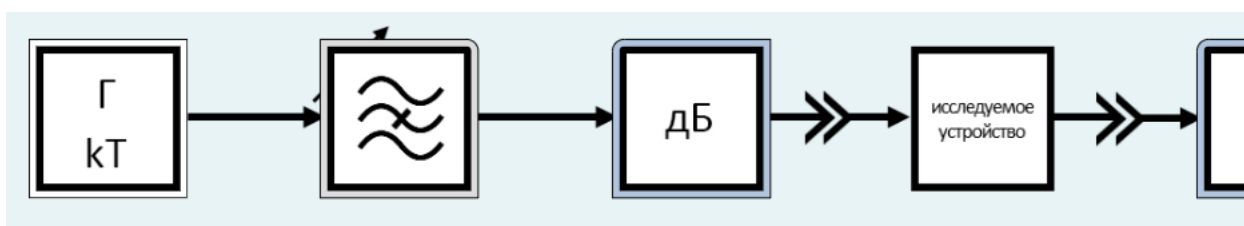
1. Делитель
2. Аналого-цифровой преобразователь
3. Усилитель постоянного тока
4. Цифровое табло
5. Детектор
6. Фильтр нижних частот



№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

Перед Вами последовательность элементов структурной схемы измерителя нелинейных искажений, основанного на стохастическом методе. З

1. Делитель
2. Генератор шума
3. Усилитель
4. Полосовой фильтр
5. Исследуемое устройство
6. Режекторный фильтр
7. Индикатор



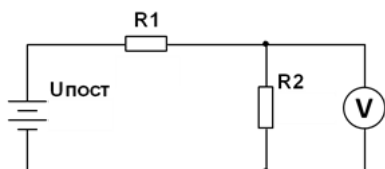
№ 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какая погрешность соответствует классификации погрешностей измерений по зависимости абсолютной погрешности от значения измеряемой

1. Нелинейная
2. Абсолютная
3. Относительная
4. Инструментальная

№ 11 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

С помощью вольтметра, измеренного сопротивлением $R_V=1000 \text{ Ом}$, произвели измерение напряжения в соответствии с представленной схемой измерениями объекта, если $U_{\text{пост}}=10 \text{ В}$, $R_1=100 \text{ Ом}$, $R_2=200 \text{ Ом}$. Пояснить ход решения задачи. Ответ округлить до первой значащей цифры



№ 12 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Методом вольтметра-амперметра произведено измерение сопротивления $R_1=40 \text{ Ом}$ в соответствии с представленной схемой. Определить абсолютную погрешность измерения, если $R_A=50 \text{ Ом}$, $R_V=1000 \text{ Ом}$. Пояснить ход решения задачи. Ответ округлить до остатков значащей цифры после запятой.

