

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.11 Методы и средства радионавигационных  
измерений

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность (профиль)

11.05.01.31 Радионавигационные системы и комплексы

Форма обучения

очная

Год набора

2019

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

PhD, Зав. кафедрой, Ф.В. Зандер

\_\_\_\_\_  
должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины "Методы и средства радионавигационных измерений" является изучение основ метрологической базы, погрешностей измерений, принципов и особенностей построения радионавигационных устройств и их основных свойств.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- овладение методами и средствами измерения параметров и характеристик устройств, сигналов при разработке, производстве и эксплуатации радионавигационных устройств и систем;
- ознакомление с методами обеспечения единства измерений и соответствующей нормативной документацией;
- изучение принципов действия, технических и метрологических характеристик средств измерений;
- изучение современных методов и приобретение навыков обработки результатов измерений, оценки погрешности измерений.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-8: Способен к реализации программ экспериментальных исследований, в том числе в режиме удаленного доступа, включая выбор технических средств, обработку результатов и оценку погрешности экспериментальных данных</b>	
ПК-8.1: Ориентируется в прикладных компьютерных программах для создания текстовых документов, электронных таблиц, порядке работы в них	современное программное обеспечение, предназначенное для проведения исследовательских работ применять современное программное обеспечение типовыми программными средствами для разработки текстовых документов, электронных таблиц
ПК-8.2: Осуществляет поиск информации в базах данных патентов, диссертационных работ, научно-технической периодике и литературе	правила и методы проведения патентного поиска проводить патентный поиск существующих технических решений способностью анализировать состояние научно-технической проблемы путем анализа патентных источников

<p>ПК-8.3: Определяет направления научно-исследовательских работ, анализирует и обобщает их результаты, выдает рекомендации к их практическому применению</p>	<p>методы теоретического и экспериментального исследования методы обработки результатов исследования</p> <p>современное программное обеспечение, предназначенное для проведения исследовательских и проектных работ определять направления научно-исследовательских</p>
	<p>работ самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования</p> <p>формированием плана реализации исследования методами анализа полученных результатов</p>

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	е
		1
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>2 (72)</b>	
занятия лекционного типа	1 (36)	
лабораторные работы	1 (36)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>2 (72)</b>	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п		Модули, темы (разделы) дисциплины		Контактная работа, ак. час.							
				Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
						Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
						Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС		
<b>1. Основы метрологии радионавигационных систем</b>											
		1. Основы метрологии радионавигационных систем		2							
		2. Основы метрологии радионавигационных систем						4			
		3. Понятие об измерении. Определение измерения. Понятие метрологического обеспечения. Структура и функции государственной метрологической службы и метрологических служб организаций. Средства измерений. Классификация средств измерений, информационно-измерительные системы. Обобщенная классификация радиоизмерительных приборов. Общие характеристики измерительных приборов. Система обозначений радиоизмерительных приборов. Система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная служба.								8	
<b>2. Погрешности радионавигационных измерений</b>											
		1. Погрешности радионавигационных измерений		4							

2. Оценка среднеквадратической погрешности. Оценка погрешности при малом числе измерений.					4			
3. Эффективные оценки истинного значения измеряемой величины для различных законов распределения погрешности. Среднеквадратические погрешности среднеарифметического значения результата измерения, оценка, соответствующая центру рассеяния, медианная оценка.							8	
<b>3. Измерение временных интервалов</b>								
1. Цифровое измерение временных интервалов. Структурная схема цифрового измерителя временных интервалов. Погрешности. Погрешность меры, преобразования, квантования (дискретности). Законы распределения, среднеквадратическая погрешность дискретного преобразования, зависимость погрешности дискретности от измеряемой величины.	4							
2. Исследование методов обработки результатов многократных измерений					4			
3. Способы уменьшения погрешности квантования: статический, корреляционный, метод рандомизации.							10	
<b>4. Измерение частоты сигналов</b>								
1. Классификация методов измерения частоты. Методы сравнения. Метод дискретного счета (цифровое измерение частоты). Структурная схема частотомера. Оптимальный алгоритм цифрового измерения частоты.	4							
2. Исследование цифрового метода измерения интервалов времени					2			

3. Осциллографические методы измерения частоты сигналов. Особенности применения микропроцессоров в цифровых измерителях частоты. Измерение нестабильности частоты.								10	
<b>5. Измерение фазового сдвига</b>									
1. Классификация методов измерения фазового сдвига. Цифровые фазометры: с преобразованием фазовый сдвиг - напряжение, фазовый сдвиг - интервал времени, компенсационные, ортогональные. Особенности применения микропроцессоров в цифровых фазометрах.	6								
2. Исследование цифрового метода измерения фазового сдвига					6				
3. Аналоговые фазометры: осциллографические, компенсационные, стрелочные.								8	
<b>6. Измерение спектров и нелинейных искажений</b>									
1. Методы измерения спектров. Параллельный и последовательный анализ. Структурные схемы анализаторов. Основные характеристики анализаторов: статистическая и динамическая разрешающая способность, время и скорость анализа, диапазон частот.	4								
2. Исследование цифрового метода измерения частоты					4				
3. Анализ спектра. Измерение нелинейных искажений. Структурная схема измерителя нелинейных искажений. Измерение коэффициента гармоник. Измерение параметров модулированных сигналов.								10	
<b>7. Измерительные генераторы.</b>									



1. Измерительные генераторы. Назначение, классификация, основные требования. Генераторы низких частот. Генераторы инфранизких частот, генераторы высоких частот. Генераторы СВЧ. Шумовые генераторы. Синтезаторы частоты.	6							
2. Цифровые методы измерения параметров цепей. Измерение амплитудно-частотных характеристик.					4			
3. Синтезаторы частоты. Генераторы сигналов специальной формы. Векторные генераторы.							10	
<b>8. Измерение характеристик случайных процессов</b>								
1. Выводы эргодической теоремы. Измерение среднего значения. Измерение дисперсии и мощности случайных процессов. Измерение авто- и взаимокорреляционных функций и энергетических спектров случайных процессов. Измерение законов распределения: плотности и функции распределения вероятностей.	6							
2. Моделирование эффективных оценок при статистической обработке результатов измерений					8			
3. Измерение характеристик случайных процессов. Общие понятия.							8	
4. Методы и средства радионавигационных измерений								
Всего	36				36		72	

## 4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 4.1 Печатные и электронные издания:

1. Алешечкин А. М., Бондаренко В. Н. Методы и средства радионавигационных измерений: учеб.-метод. пособие [для студентов напр. 210400.68 «Радиотехника»](Красноярск: СФУ).
2. Бондаренко В. Н., Кокорин В. И., Владимиров В. М. Широкополосные радионавигационные системы с шумоподобными частотно-манипулированными сигналами(Новосибирск: Наука).
3. Алешечкин А. М. Определение угловой ориентации объектов по сигналам спутниковых радионавигационных систем: монография (Красноярск: СФУ).
4. Алешечкин А. М. Обработка измерительной информации в фазовых радионавигационных системах: монография(Красноярск: СФУ).
5. Алешечкин А. М., Валиханов М. М. Радиоизмерения. Исследование радионавигационной системы УВЧ-диапазона: методические указания к лабораторным работам(Красноярск: ИПК СФУ).
6. Алешечкин А. М. Метрология и радиоизмерения. Статистическая теория погрешностей измерения. Методы статистической обработки: учеб.-метод. пособие к самостоят. работе студентов спец. 210302.65 «Радиотехника», 210301.65 «Радиофизика», 210304.65 «Радиоэлектронные системы»; направления 210300.62 «Радиотехника»(Красноярск: СФУ).
7. Алешечкин А. М. Метрология и радиоизмерения: учеб.-метод. пособие к выполнению лаб. работ для студентов спец. 210302.65 «Радиотехника», 210301.65 «Радиофизика», 210406.65 «Сети связи и системы коммутации», 210304.65 «Радиоэлектронные системы»; направления 210300.62 «Радиотехника»(Красноярск: СФУ).
8. Алешечкин А. М. Метрология и радиоизмерения. Статистическая теория погрешностей измерения. Методы описания погрешностей: учеб.-метод. пособие для самостоят. работы студентов спец. 210302.65 "Радиотехника", 210301.65 "Радиофизика", 210304.65 "Радиоэлектронные системы"(Красноярск: ИПК СФУ).
9. Алешечкин А. М. Метрология и радиоизмерения. Статистическая теория погрешностей измерения. Методы статистической обработки: учеб.-метод. пособие для самостоят. работы студентов спец. 210302.65 «Радиотехника», 210301.65 «Радиофизика», 210304.65 «Радиоэлектронные системы»; направления 210300.62 «Радиотехника»(Красноярск: ИПК СФУ).
10. Алешечкин А. М. Метрология и радиоизмерения: учеб.-метод. пособие для выполнения лаб. работ для студентов спец. 210302.65 "Радиотехника", 210301.65 "Радиофизика", 210406.65 "Сети связи и системы коммутации", 210304.65 "Радиоэлектронные системы"(Красноярск: СФУ).
11. Алешечкин А. М., Тронин О. А. Метрология и радиоизмерения. Указания по решению задач: учеб.-метод. пособие для практ. занятий и

самост. работы [для бакалавров напр. 11.03.01 «Радиотехника», 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», студентов спец. 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», 25.05.03 «Международные информационные и телекоммуникационные системы»](Красноярск: СФУ).

**4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

- 1.
2. MathWORKS MathLAB 2008b (Simulink, DSP system toolbox, communications system toolbox). Сертификат от Софтлайна Softline 29, 30. 30.09.2008г.
3. PTC MathCAD 14 M035
4. Delphi 2009 Professional Academic (Concurrent)
5. C++Builder 2009 Professional Academic (Concurrent)

**4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Научная библиотека СФУ <http://bik.sfu-kras.ru/>, располагающая периодическими изданиями:
2. Измерительная техника.
3. Приборы и техника эксперимента.
4. Известия вузов. Приборостроение.
5. Известия вузов. Радиофизика.
6. Известия вузов. Радиоэлектроника.
7. Известия вузов. Электроника.
8. Программные продукты и системы.
9. Радиотехника.
10. Радиотехника и электроника.

## **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

**6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

- ПЭВМ – 12 шт.
- Частотомер GW INSTEK GFC-8131H – 3 шт.
- Осциллограф ОСУ-20 – 3 шт.
- Генератор сигналов ГЗ-102 – 3 шт.

Анализатор спектра - 3 шт.