

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

2021

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
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	
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
Контактная работа с преподавателем:	2 (72)	
занятия лекционного типа	1 (36)	
лабораторные работы	1 (36)	
Самостоятельная работа обучающихся:	2 (72)	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	
Промежуточная аттестация (Экзамен)	1 (36)	

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	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	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
1. Основы метрологии радионавигационных систем									
	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	
2. Погрешности радионавигационных измерений									
	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	
3. Измерение временных интервалов								
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	
4. Измерение частоты сигналов								
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	
5. Измерение фазового сдвига									
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	
6. Измерение спектров и нелинейных искажений									
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	
7. Измерительные генераторы.									

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	
8. Измерение характеристик случайных процессов								
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.