Министерство науки и высшего образования РФ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ Директор ИИФиРЭ /А.В. Минаков

5 » / /2 2022 г.

Программа практики

Научно-исследовательская практика

Группа научных специальностей 2.2 Электроника, фотоника, приборостроение и связь

Научная специальность 2.2.4 Приборы и методы измерения (по видам измерений)

Разработчик (и) <u>Зандер Феликс Викторович, зав.кафедрой «Радиоэлектронные системы»</u>

Программа принята на заседании кафедры «Радиоэлектронные системы» «26» октября 2022 года, протокол № 2_

1. Общая характеристика практики

- 1.1. Вид практики научно-исследовательская.
- 1.2. Способы проведения стационарная, на кафедре «Радиоэлектронные системы» ИИФиРЭ СФУ (Лаборатория метрологии и радиоизмерений, лаборатория цифровой обработки сигналов,).
 - 1.3. Формы проведения дискретно.

2.Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Целью практики является: приобретение аспирантами практических навыков проведения научных исследований по теме выполняемой ими диссертационной работы, проработка теоретических вопросов в рамках выбранного профиля подготовки, участие в научных исследованиях, школах, семинарах и конференциях, а также закрепление и углубление теоретических знаний и приобретение практического навыка их применения.

При прохождении практики аспиранты осваивают:

- изучение и выполнение измерений электрических величин, таких как частота, временные интервалы, период сигналов, отношение частот сигналов при помощи универсальных цифровых частотомеров;
- изучение и выполнение осциллографических измерений частоты и фазового сдвига сигналов;
- расчет погрешностей результатов измерений, изучение законов распределения погрешностей многократных измерений частоты и периода сигналов.
- обработка результатов измерений радионавигационной системы «Крабик-БМ» при работе ее в лабораторных условиях;
- определение коэффициента укорочения длины волны в радиочастотных кабелях.

При успешном освоении практики обучающийся должен овладеть практическими знаниями, умениями и навыками:

- способностью оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследования;
- способностью подготавливать научно-технические отчеты и публикаций по результатам выполненных исследований;
- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области совершенствования научно-технических, технико-экономических и других видов метрологического обеспечения для повышения эффективности производства современных изделий, качество которых зависит от точности, диапазонности, воспроизводимости измерений перечисленных величин, а также их сохраняемости на заданном промежутке времени.

Во время прохождения практики аспирант должен освоить:

- разработку физических и математических моделей исследуемых процессов;
 - анализ результатов проведенных исследований.

3 Указание места практики в структуре образовательной программы

Научно-исследовательская практика проводится в 4 семестре, является логическим продолжением научно-исследовательской работы. Знания и опыт, полученные на практике, необходимы для освоения курса «Приборы и методы измерения».

4 Объём практики, ее продолжительность, содержание

Объем практики: <u>3</u> з.е.

Продолжительность: 4 семестр - 2 недели, 108 акад. часов.

		Виды учебной работы		
№	Разделы (этапы) практики	(в часах)		Формы контроля
п/п		Контактная	Самостоятельная	
		работа	работа	
1	Инструктаж по технике безопасности		2	Контроль
				научным
				руководителем
2	Подбор литературных данных по		36	Контроль
	исследуемой проблеме, изучение			научным
	теоретического материала			руководителем
3	Проведение научных исследований		56	Контроль
				научным
				руководителем
4			12	Контроль
	Оформление отчета по практике			научным
				руководителем
5			2	Устная защита
	Устная защита отчета по практике			отчета о
				практике

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по практике

Фонд оценочных средств является приложением к рабочей программе практики, хранится на кафедре, обеспечивающей проведение данной практики.

По результатам практики аспирант должен оформить отчет, в котором необходимо отразить:

- цель практики;
- вид прохождения практики (проведение научно-исследовательской работы, изучение теоретического материала по теме и т. д.);
 - анализ своей деятельности во время прохождения практики;
 - выводы по результатам практики.

Отчет должен быть оформлен согласно общим требованиям и содержать не более 15 страниц (шрифт - 14, интервал - 1,5).

Перечень контрольных вопросов:

- 1. Актуальность предложенной Вам темы диссертационного исследования.
 - 2. Основные цели и задачи диссертационного исследования.
- 3. Основные результаты проведенного Вами обзора современной отечественно и зарубежной литературы по предложенной Вам темы диссертационного исследования.
- 4. Оценка Вами новизны проведенных Вами на настоящий момент диссертационных исследований.
 - 5. Основные положения, выносимые Вами на защиту Вашей диссертации.
- 6. Основные теоретические методы, использованные Вами при разработке темы Вашей диссертации.
- 7. Основные экспериментальные методы, использованные Вами при разработке темы Вашей диссертации.
- 8. Какие исследования теоретического плана были Вами проведены при прохождении научно-исследовательской практики?
- 9. Какие экспериментальные исследования были Вами проведены при прохождении научно-исследовательской практики?
- 10. Каковы характеристики объектов (устройств), наиболее близкие к характеристикам разработанным Вами объектов (устройств), найденные Вами при проведении обзора научно-технической литературы по предложенной Вам темы диссертационного исследования?
- 11. Каковы преимущества разработанных Вами объектов (устройств) по сравнению с найденными Вами аналогами при проведении обзора научнотехнической литературы по предложенной Вам темы диссертационного исследования?
- 12. Чем обусловлены преимущества разработанных Вами объектов (устройств) по сравнению с найденными Вами аналогами при проведении обзора научно-технической литературы по предложенной Вам темы диссертационного исследования (новые технологии разработки, экспериментального исследования, новые конструкции и т.д.)?
- 13. Какие новые свойства или более высокие технические показатели присущи разработанным Вами в Вашем диссертационном исследовании объектам (устройствам) по сравнению с найденными Вами аналогами при

проведении обзора научно-технической литературы по предложенной Вам темы диссертационного исследования?

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется аспиранту, если он выполнил не менее 50% требований текущего учебного плана, твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его и совершает ряд ошибок при ответе на экзаменационные вопросы.
- оценка «не зачетно» выставляется аспиранту, который не выполнил требований текущего учебного плана, не знает значительной части программного материала, допускает принципиальные ошибки при изложении материала, не ориентируется в учебном материале.

6 Учебно-методическое обеспечение

4.1 Печатные и электронные издания:

- 1. Клаассен, Клаас. Основы измерений. Датчики и электронные приборы : учебное пособие / К. Клаассен ; пер. с англ. 4-е изд. Долгопрудный : интеллект. 2012. 350 с.: ил.
- 2. Метрология и радиоизмерения [Электронный ресурс]: организационнометодические указания по обеспечению самостоятельной работы / Сиб. федерал. ун-т; сост.: А.М. Алешечкин, В.М. Мусонов, А.П. Романов. Версия 1.0. Электронные данные (PDF; 1,0 Мб). Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2008. on-line. (Электронная библиотека СФУ. Учебно-методические комплексы дисциплин СФУ в авторской редакции; УМКД № 1570-2008). Загл. с титул. экрана. Режим доступа: http://btn.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/1570/u_sam.pdf из читальных залов НБ СФУ. Б. ц. Издание является частью УМКД: Метрология и радиоизмерения: электронный учебнометодический комплекс / А.М. Алешечкин, А.А. Баскова, В.М. Мусонов, А.П. Романов. Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2008. on-line. Шифр -002382.
- 3. Алешечкин А.М., Кокорин В.И. Методы измерения частотно-временных параметров сигналов: Учебное пособие. Красноярск: КГТУ, 2001.
- 4. Метрология и радиоизмерения: Учебн. для ВУЗов/ под ред. В.И. Нефедова. М.: 2003.
- 5. Метрология и радиоизмерения в телекоммуникационных системах: Учебник для ВУЗов / под. ред. В.И. Нефедова М.: «Высш. шк.», 2001.
- 6. Мирский Г.Я. Электронные измерения. М.: «Радио и связь», 1986.
- 7. Кукуш В.Д. Электрорадиоизмерения. М.: «Радио и связь», 1985.
- 8. Электрорадиоизмерения: Учеб. пособие для ВУЗов / Под ред. В.И. Винокурова. М.: «Высш. шк.», 1986.
- 9. Статистическая теория погрешностей измерения. Методы описания погрешностей: Методические указания по курсу «Основы метрологии и радиоизмерения». / Сост. М.К. Чмых: КрПИ, Красноярск, 1993.

- 10. Статистическая теория погрешностей измерения. Методы статистической обработки: Методические указания по курсу «Основы метрологии и радиоизмерения». / Сост. М.К. Чмых: КрПИ, Красноярск, 1993.
- 11. Радиоизмерения: учебно-методическое пособие для выполнения лабораторных работ для студентов специальности 160905.65 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» [Текст] / сост. А.М. Алешечкин. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. 43 с.
- 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. Среда графического программирования LabVIEW.
 - 2. Система MatLab 6(7.3) + Simulink 5 (учебная).
- 3. Программные средства собственной разработки (программы синтеза цифровых фильтров (4), программа структурного моделирования систем ЦОС SDCAD, программа спектрально-корреляционного анализа сигналов SCANA).
- 4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:
- 1 Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]: http://elibrary.ru
- 2 Электронно-библиотечная система [Электронный ресурс]: http://www.znanium.com
- 3 Электронная естественнонаучная библиотека [Электронный pecypc]: http://bib.tiera.ru

7 Описание материально-технической базы, необходимой для проведения практики

Для успешного обучения аспирантов по настоящей программе, требуется наличие определенного радиоизмерительного оборудования и вычислительной техники. Это оборудование и техника состоят из следующих основных категорий:

- оборудование, измерениям электрических параметров сигналов, а также их формы и спектральных характеристик;
- оборудование, относящееся к измерению параметров и характеристик объектов и технических систем;

Количество устройств вычислительной техники, расположенной в учебно-научных аудиториях кафедры «Радиоэлектронные системы» ИИФиРЭ СФУ и АО «НПП «Радиосвязь» составляет несколько десятков, что полностью обеспечивает удовлетворение потребностей аспирантов в этом виде оборудования.

К упомянутому оборудованию относятся:

- анализатор спектра Agilent E4447Ф PSA, частотного диапазона 3 Гц 42,98 ГГц, интерфейсом передачи данных LAN, GPIB, USB, LXI;
- векторный анализатор цепей Agilent E8868B PNA частотного диапазона 10 МГц 40 ГГц, интерфейсом передачи данных LAN, USB;
- генератор аналоговых сигналов Agilent E8257D, частотного диапазона $250~\rm k\Gamma \mu$ $40~\rm \Gamma \Gamma \mu$, с синусоидальным, прямоугольным, треугольным, пилообразным или шумовым выходным сигналом, интерфейсом передачи данных LAN, GPIB;
- осциллограф смешанных сигналов Agilent SO8104A, частотного диапазона 0-1 ГГц, с опцией векторного анализа сигналов, опциями декодирования интерфейсов I2C, SPI, CAN, интерфейсами передачи данных LAN, GPIB, USB, LXI;
- анализатор материалов и импеданса Agilent E4991A RF, частотного диапазона 1 М Γ ц 3 Γ Γ ц, интерфейсом передачи данных LAN, USB.

Кроме того, в «Лаборатории радионавигационных измерений» находится серийный образец радионавигационной системы «Крабик-БМ» изготовленный в 2007 году предприятием АО «НПП «Радиосвязь» по заказу СФУ в рамках программы развития материально-технической базы СФУ. Данная РНС позволяет проводить радионавигационные измерения в дальномерном, разностно-дальномерном и комбинированном режимах работы и используется в учебных целях и для проведения научных исследования.

В лаборатории «Цифровая обработка сигналов» имеются платы сбора данных «NI Elvis» фирмы «National Instruments», а также лицензионное программное обеспечение «LabView 2008».

На информационно-вычислительном центре ИИФи РЭимеется несколько десятков рабочих мест с установленным лицензионным программным обеспечением фирм «National Instruments», «MathWorks» Inc., MicroSoft Corporation и др.