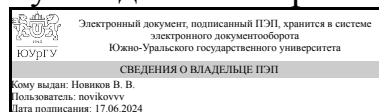


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



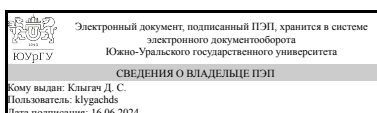
В. В. Новиков

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.15 Метрология и электрорадиоизмерения  
для направления 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Радиоэлектроника и системы связи

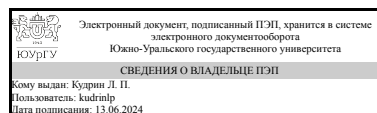
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 930

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



Д. С. Клыгач

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент



Л. П. Кудрин

## 1. Цели и задачи дисциплины

Формирование и развитие знаний у подготавливаемых специалистов в области использования современных методов и средств измерений, стандартизации. Основными задачами данной дисциплины являются следующие: - изучение основ, принципов и методологии в области измерений электрических, радиотехнических и неэлектрических физических величин, применяемых в области электронных средств; - овладение техническими и программными средствами, математическим аппаратом, используемыми в области метрологии.

## Краткое содержание дисциплины

Физическая величина, система единиц СИ. Классификация измерений. Основные методы измерений. Описание процесса измерений. Характеристики средств измерений. Организация и проведение измерений, виды измерений. Погрешности измерений, их происхождение, классификация. Законы распределения. Нормальный закон распределения погрешностей. Закон распределения Стьюдента. Равномерный закон распределения. Треугольный закон распределения (закон Симпсона). Нормирование метрологических характеристик (классы точности средств измерений). Основы метрологического обеспечения. Оценка погрешностей для различных методов измерения. Измерения токов и напряжений, вольтметры переменного напряжения непосредственной оценки. Общие сведения об электромеханических приборах и измерительных механизмах. Принципы работы. Приборы магнитоэлектрического типа. Магнитоэлектрический механизм логометрического типа. Магнитоэлектрические гальванометры. Электромагнитные измерительные приборы. Электродинамические измерительные приборы. Электростатические измерительные приборы. Компенсаторы постоянного тока. Аналоговые электронные вольтметры. Цифровые вольтметры. Измерение электрической мощности.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способностью осуществлять мониторинг состояния и проверку качества работы, проведение измерений и диагностику ошибок и отказов радио оборудования, сетевых устройств программного обеспечения инфокоммуникаций	Знает: требования стандартизации, метрологического обеспечения при разработке и эксплуатации электронных средств; технические средства измерений, их метрологические характеристики, правила проверок; принципы и методы измерений; принципы построения и особенности средств измерений основных электрических величин; принципы построения цифровых средств измерений и контроля. Структуру и принципы работы измерительных устройств. Методы получения экспериментальных данных. Умеет: подбирать средства измерений по условиям предстоящих измерительных задач; выполнять измерения различных электрических и радиотехнических величин, оформлять

	протокол эксперимента в установленной форме; вести обработку экспериментальных данных с целью повышения точности конечного результата Имеет практический опыт: Владения методами работы с измерительными приборами; приемами определения погрешностей в типовых ситуациях измерений
--	--

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	ФД.02 Перспективные технологии беспроводных локальных сетей, 1.Ф.06 Практикум по виду профессиональной деятельности, 1.Ф.17 Стандарты и технологии систем мобильной связи, 1.Ф.16 Радиопередающие устройства РЭС

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч., 92,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		5
Общая трудоёмкость дисциплины	180	180
<i>Аудиторные занятия:</i>	80	80
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	87,5	87,5
Подготовка к лабораторной работе "Исследование влияния формы измеряемого напряжения на показания электронного вольтметра", оформление отчета по лабораторной работе	15	15
Подготовка к лабораторной работе "Экспериментальное исследование погрешности установки частоты по шкале генератора Г4-102А", оформление отчета по лабораторной работе	15	15
Подготовка к лабораторной работе "Исследование погрешностей при измерении импульсных напряжений", оформление отчета по	15	15

лабораторной работе		
Подготовка к экзамену	27,5	27.5
Подготовка к лабораторной работе "Исследование нелинейности шкалы и градуировка генератора стандартных сигналов", оформление отчета по лабораторной работе	15	15
Консультации и промежуточная аттестация	12,5	12,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение. Предмет, содержание и задачи курса. Место курса среди других дисциплин. Структура курса и литературные источники. Терминология дисциплины, основные понятия и определения. Исторический обзор развития метрологии.	1	1	0	0
2	Физические величины. Международная система единиц СИ.	6	1	5	0
3	Классификация измерений. Основные методы измерений. Описание процесса измерений. Характеристики средств измерений.	2	2	0	0
4	Организация и проведение измерений, виды измерений. Погрешности измерений, их происхождение, классификация.	6	3	3	0
5	Систематические погрешности. Методы устранения систематических погрешностей.	6	2	0	4
6	Случайные погрешности. Законы распределения. Случайные погрешности результатов измерения.	14	4	6	4
7	Обработка результатов прямых и косвенных измерений.	21	3	14	4
8	Нормирование метрологических характеристик средств измерения. Правила и форма представления результатов измерения.	6	2	4	0
9	Основы метрологического обеспечения. Схема передачи единиц физических величин к рабочим средствам измерения.	2	2	0	0
10	Измерение токов и напряжений, вольтметры переменного напряжения непосредственной оценки.	6	2	0	4
11	Общие сведения об электромеханических приборах и измерительных механизмах. Принципы работы. Уравнение шкалы. Приборы магнитоэлектрического типа. Омметры.	3	3	0	0
12	Магнитоэлектрические гальванометры. Электромагнитные измерительные приборы. Электростатические измерительные приборы. Электродинамические измерительные приборы. Компенсаторы постоянного тока.	3	3	0	0
13	Аналоговые электронные вольтметры. Цифровые электронные вольтметры.	2	2	0	0
14	Измерение электрической мощности.	2	2	0	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Предмет, содержание и задачи курса. Место курса среди других дисциплин. Структура курса и литературные источники. Терминология	1

		дисциплины, основные понятия и определения. Исторический обзор развития метрологии.	
2	2	Физические величины. Международная система единиц СИ.	1
3	3	Классификация измерений. Основные методы измерений. Описание процесса измерений. Характеристики средств измерений.	2
4	4	Организация и проведение измерений, виды измерений. Погрешности измерений, их происхождение, классификация.	3
5	5	Систематические погрешности. Методы устранения систематических погрешностей.	2
6	6	Случайные погрешности. Законы распределения. Случайные погрешности результатов измерения.	4
7	7	Обработка результатов прямых и косвенных измерений.	3
8	8	Нормирование метрологических характеристик средств измерения. Правила и форма представления результатов измерения.	2
9	9	Основы метрологического обеспечения. Схема передачи единиц физических величин к рабочим средствам измерения.	2
10	10	Измерение токов и напряжений, вольтметры переменного напряжения непосредственной оценки.	2
11	11	Общие сведения об электромеханических приборах и измерительных механизмах. Принципы работы. Уравнение шкалы. Приборы магнитоэлектрического типа. Омметры.	3
12	12	Магнитоэлектрические гальванометры. Электромагнитные измерительные приборы. Электростатические измерительные приборы. Электродинамические измерительные приборы. Компенсаторы постоянного тока.	3
13	13	Аналоговые электронные вольтметры. Цифровые электронные вольтметры.	2
4	14	Измерение электрической мощности.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Matlab и Octave. Введение	2
2	2	Единицы величин рекомендованные МСЭ-R V.574-5	1
3	2	Физические величины. Применение теории размерностей	1
4	2	Перевод национальных внесистемных единиц измерения в единицы СИ	1
7	4	Определение необходимого числа повторений опытов	1
14	4	Погрешность измерений	2
5	6	Определение точечных оценок параметров закона распределения результатов измерений	2
9	6	Законы распределения	4
8	7	Обработка результатов прямых многократных измерений	4
10	7	Построение гистограммы и полигона кумулятивных частот	4
11	7	Метод наименьших квадратов	2
12	7	Методы исключения результатов с грубыми погрешностями	2
13	7	Проверка гипотез	2
6	8	Округление результатов измерений	2
15	8	Классы точности средств измерений	2

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	5	Исследование погрешностей при измерении импульсных напряжений	4
2	6	Экспериментальное исследование погрешности установки частоты по шкале генератора Г4-102А	4
3	7	Исследование нелинейности шкалы и градуировка генератора сигналов	4
4	10	Исследование влияния формы измеряемого напряжения на показания электронного вольтметра.	4

#### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к лабораторной работе "Исследование влияния формы измеряемого напряжения на показания электронного вольтметра", оформление отчета по лабораторной работе	1) Мухачев, В.А. Оценка погрешностей измерений. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ТУСУР, 2012. — 24 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/10915">http://e.lanbook.com/book/10915</a> 2) Метрология, стандартизация и технические измерения: методические указания к лабораторным работам / сост. Б.В.Пермяков. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. - 8с	5	15
Подготовка к лабораторной работе "Экспериментальное исследование погрешности установки частоты по шкале генератора Г4-102А", оформление отчета по лабораторной работе	1) Метрология, стандартизация и технические измерения: учебное пособие к лабораторным работам / сост. Б.В.Пермяков. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. - 14с 2) Мухачев, В.А. Оценка погрешностей измерений. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ТУСУР, 2012. — 24 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/10915">http://e.lanbook.com/book/10915</a>	5	15
Подготовка к лабораторной работе "Исследование погрешностей при измерении импульсных напряжений", оформление отчета по лабораторной работе	1) Метрология и радиоизмерения: методические указания к лабораторным работам / сост. Б.В.Пермяков. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. - 12с 2) Мухачев, В.А. Оценка погрешностей измерений. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ТУСУР, 2012. — 24 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/10915">http://e.lanbook.com/book/10915</a>	5	15
Подготовка к экзамену	1. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника [Текст] учеб. пособие для вузов по направлениям в обл. техники и технологии К. К. Ким и др.; под ред. К. К. Кима. - СПб. и др.: Питер, 2010. - 367 с. ил. 2. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах Учеб. для вузов по специальности "Информ.	5	27,5

	безопасность телекоммуникацион. систем" В. И. Нефедов, В. И. Хахин, Е. В. Федорова и др.; Под ред. В. И. Нефедова. - М.: Высшая школа, 2001. - 382,[1] с. ил.		
Подготовка к лабораторной работе "Исследование нелинейности шкалы и градуировка генератора стандартных сигналов", оформление отчета по лабораторной работе	1)Мухачев, В.А. Оценка погрешностей измерений. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ТУСУР, 2012. — 24 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/10915">http://e.lanbook.com/book/10915</a> 2)Метрология, стандартизация и технические измерения: методические указания к лабораторным работам / сост. Б.В.Пермяков. - Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. - 8с	5	15

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	5	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №1	1	3	3 балла - Отчет представлен в течение двух недель после выполнения ЛР. Замечания по отчету не существенные. При защите на поставленные вопросы даны обстоятельные ответы. 2 балла - Вариант а): Отчет представлен позднее двух недель. Защита без существенных замечаний. Вариант б): Отчет представлен в течение двух недель, но защита сопровождалась значительными ошибками, студент не уверенно ориентируется в представленных материалах. 1 балл - отчет представлен вовремя или не вовремя, в отчете грубые ошибки. При защите на вопросы нет аргументированных ответов. Плохо ориентируется в представленном материале. 0 баллов - Отчета нет или выполнен с грубыми ошибками. При защите (если отчет представлен) студент совсем не ориентируется в представленных материалах.	экзамен
2	5	Текущий	Защита	1	3	3 балла - Отчет представлен в течение	экзамен

		контроль	лабораторной работы №2			<p>двух недель после выполнения ЛР. Замечания по отчету не существенные. При защите на поставленные вопросы даны обстоятельные ответы.</p> <p>2 балла - Вариант а): Отчет представлен позднее двух недель. Защита без существенных замечаний.</p> <p>Вариант б): Отчет представлен в течение двух недель, но защита сопровождалась значительными ошибками, студент не уверенно ориентируется в представленных материалах.</p> <p>1 балл - отчет представлен вовремя или не вовремя, в отчете грубые ошибки. При защите на вопросы нет аргументированных ответов. Плохо ориентируется в представленном материале.</p> <p>0 баллов - Отчета нет или выполнен с грубыми ошибками. При защите (если отчет представлен) студент совсем не ориентируется в представленных материалах.</p>	
3	5	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №3	1	3	<p>3 балла - Отчет представлен в течение двух недель после выполнения ЛР. Замечания по отчету не существенные. При защите на поставленные вопросы даны обстоятельные ответы.</p> <p>2 балла - Вариант а): Отчет представлен позднее двух недель. Защита без существенных замечаний.</p> <p>Вариант б): Отчет представлен в течение двух недель, но защита сопровождалась значительными ошибками, студент не уверенно ориентируется в представленных материалах.</p> <p>1 балл - отчет представлен вовремя или не вовремя, в отчете грубые ошибки. При защите на вопросы нет аргументированных ответов. Плохо ориентируется в представленном материале.</p> <p>0 баллов - Отчета нет или выполнен с грубыми ошибками. При защите (если отчет представлен) студент совсем не ориентируется в представленных материалах.</p>	экзамен
4	5	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №4	1	3	<p>3 балла - Отчет представлен в течение двух недель после выполнения ЛР. Замечания по отчету не существенные. При защите на поставленные вопросы даны обстоятельные ответы.</p> <p>2 балла - Вариант а): Отчет представлен позднее двух недель.</p>	экзамен



						<p>Защита без существенных замечаний. Вариант б): Отчет представлен в течение двух недель, но защита сопровождалась значительными ошибками, студент не уверенно ориентируется в представленных материалах.</p> <p>1 балл - отчет представлен вовремя или не вовремя, в отчете грубые ошибки. При защите на вопросы нет аргументированных ответов. Плохо ориентируется в представленном материале.</p> <p>0 баллов - Отчета нет или выполнен с грубыми ошибками. При защите (если отчет представлен) студент совсем не ориентируется в представленных материалах.</p>	
5	5	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	5	<p>5 баллов (отлично) - Ответы представлены полные, замечаний по наполнению ответа нет. Необходимости в собеседовании нет.</p> <p>4 балла (хорошо) - Ответы на вопросы полные, есть не существенные замечания. Необходимости в собеседовании нет.</p> <p>3 балла (удовлетворительно) - Есть ответы на оба вопроса. Ответы имеют существенные ошибки. В ходе собеседования студент объясняет эти ошибки, показывает знания материала и по другим вопросам.</p> <p>2 балла (неудовлетворительно) - Нет ответа на один вопрос. При наличии ответов на оба вопроса присутствуют грубые ошибки. В ходе собеседования студент показывает, что он не ориентируется ни по вопросам билета, ни по материалу дисциплины в целом.</p>	экзамен
6	5	Текущий контроль	Контроль выполнения практических работ №1 и №2	1	3	<p>3 балла – Представлены отчеты по работам в бумажном или электронном виде. Замечания по отчетам не существенные. При защите работ на поставленные вопросы даны обстоятельные ответы.</p> <p>2 балла – Отчеты по работам представлены, но защита сопровождалась значительными ошибками, студент неуверенно ориентируется в представленных материалах.</p> <p>1 балл - отчеты представлены с грубыми ошибками. При защите на вопросы нет аргументированных ответов. Плохо ориентируется в представленном материале.</p>	экзамен

						0 баллов - Отчетов нет или выполнены с грубыми ошибками. При защите (если отчеты представлены) студент совсем не ориентируется в представленных материалах.	
7	5	Текущий контроль	Контроль выполнения практических работ №5, №7, №9, №10, №12	1	3	3 балла – Представлены отчеты по работам в бумажном или электронном виде. Замечания по отчетам не существенные. При защите работ на поставленные вопросы даны обстоятельные ответы. 2 балла – Отчеты по работам представлены, но защита сопровождалась значительными ошибками, студент неуверенно ориентируется в представленных материалах. 1 балл - отчеты представлены с грубыми ошибками. При защите на вопросы нет аргументированных ответов. Плохо ориентируется в представленном материале. 0 баллов - Отчетов нет или выполнены с грубыми ошибками. При защите (если отчеты представлены) студент совсем не ориентируется в представленных материалах.	экзамен
8	5	Текущий контроль	Контроль выполнения практических работ №8 и №13	1	3	3 балла – Представлены отчеты по работам в бумажном или электронном виде. Замечания по отчетам не существенные. При защите работ на поставленные вопросы даны обстоятельные ответы. 2 балла – Отчеты по работам представлены, но защита сопровождалась значительными ошибками, студент неуверенно ориентируется в представленных материалах. 1 балл - отчеты представлены с грубыми ошибками. При защите на вопросы нет аргументированных ответов. Плохо ориентируется в представленном материале. 0 баллов - Отчетов нет или выполнены с грубыми ошибками. При защите (если отчеты представлены) студент совсем не ориентируется в представленных материалах.	экзамен
9	5	Текущий контроль	Контроль выполнения практических работ №6, №14, №15	1	3	3 балла – Представлены отчеты по работам в бумажном или электронном виде. Замечания по отчетам не существенные. При защите работ на поставленные вопросы даны обстоятельные ответы. 2 балла – Отчеты по работам	экзамен





№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Мухачев, В.А. Оценка погрешностей измерений. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ТУСУР, 2012. — 24 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/10915">http://e.lanbook.com/book/10915</a> — Загл. с экрана.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Лабковская, Р.Я. Метрология и электрорадиоизмерения. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2013. — 140 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/70917">http://e.lanbook.com/book/70917</a> — Загл. с экрана.
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Мухачев, В.А. Оценка погрешностей измерений. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ТУСУР, 2012. — 24 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/10915">http://e.lanbook.com/book/10915</a> — Загл. с экрана.

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	1011/2 (36)	Стол радиомонтажника - 9 шт.; Генератор Г4-102А; Генератор Г3-102; Генератор импульсов Г5-54; Генератор Г4-116; Генератор сигналов специальной формы SFG-2004; Осциллограф GDS-806С; Осциллограф С1-65; Частотомер ЧЗ-33 - 2 шт.; Частотомер ЧЗ-57; Вольтметр универсальный В7-26; Вольтметр универсальный В7-78/1; Милливольтметр ВЗ-38; Микровольтметр ВЗ-40; Пиковый импульсный вольтметр В4-2 - 2 шт..