

МИНОБРНАУКИ РОССИИ


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол от «1» июня 2020 г. № 8

Зав. кафедрой  /Салихов Р.Б.

Согласовано:  
Председатель УМК ФТИ

 /Балапанов М.Х.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина **МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ В  
ИНФОКОММУНИКАЦИЯХ**

*(наименование дисциплины)*

**Б1.О.28, обязательная часть**

*(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))*

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)

**11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»,  
квалификация (степень) бакалавр**

*(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))*

Направленность (профиль) подготовки

**Оптические системы и сети связи**

*(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)*

Квалификация


**Бакалавр**

*(указывается квалификация)*

Разработчик (составитель)

**к.ф.-м.н., доцент**

*(должность, ученая степень, ученое звание)*

 / **Габдрахманова Л.А**  
*(подпись/ Ф.И.О.)*

Для приема: 2020  
Уфа 2020 г.

Составитель: к.ф.-м.н., доцент Габдрахманова Л.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры инфокоммуникационных технологий и наноэлектроники, протокол № 8 от «1» июня 2020 г.

Заведующий кафедрой

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'R. B. Salikhov', is written over a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

/ Салихов Р.Б. /

### Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	6
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	6
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	7
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	7
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	12
4.3. Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)	13
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	21
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	21
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	21
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	22

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**  
(с ориентацией на карты компетенций)

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

ОПК-2 - способность самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	Знать основные понятия, цели и задачи метрологии, стандартизации, сертификации в области инфокоммуникационных технологий и систем связи	ОПК-2	
	Знать законодательные и нормативные правовые документы	ОПК-2	
	Знать порядок разработки, утверждения и внедрения стандартов, технических регламентов, и другой нормативно-технической документации	ОПК-2	
	Знать организацию и техническую базу метрологического обеспечения предприятия, правила проведения метрологической экспертизы, методы и средства поверки средств измерений, методики выполнения измерений	ОПК-2	
	Знать современные методы экспериментальных испытаний инфокоммуникационного оборудования, требования технических регламентов, международные и национальные стандарты инфокоммуникационного оборудования	ОПК-2	
Умения	Уметь определять по условным обозначениям классы точности средств измерений	ОПК-2	
	Уметь правильно выбирать средства измерений для обеспечения допустимых погрешностей в процессе измерений	ОПК-2	
	Уметь обрабатывать и представлять результаты измерений	ОПК-2	
	Уметь организовать и осуществить проверку технического состояния и ресурса оборудования, применять современные методы их обслуживания и ремонта	ОПК-2	
	Уметь организовывать и проводить экспериментальные испытания инфокоммуникационного оборудования	ОПК-2	
Владения (навыки / опыт деятельности)	Владеть о деятельности основных отечественных, зарубежных и международных организаций, работающих в области метрологии, стандартизации и сертификации	ОПК-2	
	Владеть основными приёмами технической эксплуатации и метрологического обеспечения аппаратуры и систем телекоммуникаций	ОПК-2	
	Владеть навыками планирования и проведения необходимых экспериментальных испытаний инфокоммуникационного оборудования.	ОПК-2	

## **2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях» относится к обязательной части.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре .

Цели изучения дисциплины: подготовка будущего специалиста в области инфокоммуникационных технологий и систем связи к практической деятельности в области обеспечения качества услуг телекоммуникаций за счет организации эффективного метрологического обеспечения, грамотного и осознанного использования результатов стандартизации и сертификации, опирающихся на достижения передовой науки и практики.

Данный курс предназначен для студентов направления 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии системы связи». Курс «Метрология, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях» позволяет выбирать необходимые технические решения, уметь объяснять принципы их функционирования и правильно их использовать.

По предмету и методу своих исследований данный курс тесно связан с дисциплинами: «Математический анализ», «Физика», «Инженерная графика» и способствует формированию у будущих специалистов понятия принципов организации метрологического обеспечения, стандартизации и сертификации в инфокоммуникациях, изучения методов и технических средств, обеспечивающих измерение основных радиоэлектронных параметров и характеристик, изучения методов и средств обработки результатов измерений, изучения методов и средств тестирования.

Знания, полученные в результате освоения курса «Метрология, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях» призвана помочь студентам овладеть навыками и знаниями, необходимыми для ознакомления с российскими и международными системами стандартизации и сертификации, перспективами развития метрологического обеспечения, систем стандартизации и сертификации

## **3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции:

ОПК-2 - способность самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных

Экзамен:

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап	Знать законодательные и нормативные правовые документы; Знать порядок разработки, утверждения и внедрения стандартов, технических регламентов, и другой нормативно-технической документации;	Не знает	Имеет фрагментарные знания профессиональной лексики, не готов к участию в дискуссии на профессиональные темы;	Фрагментарные знания профессиональной лексики, не всегда готов к участию в дискуссии на профессиональные темы;	Достаточно уверенно знает профессиональную лексику, быть готовым к участию в дискуссии на профессиональные темы; знать основы делового общения, принципы и методы организации деловой коммуникации на русском и иностранном языках.
Второй этап	Уметь организовать и осуществить проверку технического состояния и ресурса оборудования, применять современные методы их обслуживания и ремонта;	Умеет фрагментарно проводить информационно-поисковую работу	Уверенно проводит информационно-поисковую работу, но не умеет адекватно отбирать данные для решения профессиональных задач	Уверенно проводит информационно-поисковую работу, но испытывает трудности при выборе необходимых данных для решения профессиональных задач	Уверенно проводит информационно-поисковую работу и выбор данных для решения профессиональных задач
Третий этап	Владеть основными приемами технической эксплуатации и метрологического обеспечения	Не способен работать с различными источниками информации; применения	Способен работать с различными источниками информации; испытывает	Владеет способностью работать с различными источниками информации;	Владеет навыками работы с различными источниками информации; применения

	аппаратуры и систем телекоммуникаций;	современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач	сложности с выбором современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач	применять современные инструментальные средства для проведения информационно-поисковой работы, не способен внедрять данные для решения поставленных задач	современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач
--	---------------------------------------	---	---	---	---

Показатели сформированности компетенции:

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (*для экзамена*: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10; *для зачета*: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

(*для экзамена*:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

*для зачета*:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов), не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

#### **4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.**

**Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	Знать основные понятия, цели и задачи метрологии, стандартизации, сертификации в области инфокоммуникационных технологий и систем связи	ОПК-2	Устный опрос, Отчет по лабораторным работам, коллоквиум, экзамен
	Знать законодательные и нормативные правовые документы	ОПК-2	
	Знать порядок разработки, утверждения и внедрения стандартов, технических регламентов, и другой нормативно-технической документации	ОПК-2	
	Знать организацию и техническую базу метрологического обеспечения предприятия, правила проведения метрологической экспертизы, методы и средства поверки средств	ОПК-2	

	измерений, методики выполнения измерений		
	Знать современные методы экспериментальных испытаний инфокоммуникационного оборудования, требования технических регламентов, международные и национальные стандарты инфокоммуникационного оборудования	ОПК-2	
2-й этап Умения	Уметь определять по условным обозначениям классы точности средств измерений	ОПК-2	Устный опрос, Отчет по лабораторным работам, коллоквиум, экзамен
	Уметь правильно выбирать средства измерений для обеспечения допустимых погрешностей в процессе измерений	ОПК-2	
	Уметь обрабатывать и представлять результаты измерений	ОПК-2	
	Уметь организовать и осуществить проверку технического состояния и ресурса оборудования, применять современные методы их обслуживания и ремонта	ОПК-2	
	Уметь организовывать и проводить экспериментальные испытания инфокоммуникационного оборудования	ОПК-2	
3-й этап Владеть навыками	Владеть о деятельности основных отечественных, зарубежных и международных организаций, работающих в области метрологии, стандартизации и сертификации	ОПК-2	Устный опрос, Отчет по лабораторным работам, коллоквиум, экзамен
	Владеть основными приёмами технической эксплуатации и метрологического обеспечения аппаратуры и систем телекоммуникаций	ОПК-2	
	Владеть навыками планирования и проведения необходимых экспериментальных испытаний инфокоммуникационного оборудования.	ОПК-2	

### **4.3. Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)**

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

#### **Экзаменационные билеты**

Примерные вопросы для экзамена:

1. Основные метрологические понятия и термины. Единства измерения. Точность измерения. Основные проблемы метрологии.
2. Физические величины, понятие о физической величине.
3. Системы физических величин, размерность.
4. Развитие систем единиц физических величин в историческом аспекте.



5. Международная система единиц. Основные единицы СИ. Их характеристики.
6. Международная система единиц. Производные единицы СИ в различных областях измерений. Их характеристики.
7. Международная система единиц.
8. Международная система единиц. Система СГС.
9. Международная система единиц. Система МКГСС.
10. Международная система единиц. Система МТС.
11. Международная система единиц. Десятичные, кратные и дольные единицы.
12. Измерение физических величин. Классификация методов физической величины.
13. Измерение физических величин. Виды измерений физической величины.
14. Измерение физических величин. Метод сравнения.
15. Средства измерений.
16. Измерительные приборы, их типы и разновидности.
17. Измерительные преобразователи, их типы и классификация.
18. Метрологические характеристики средств измерений.
19. Погрешности измерений. Виды погрешностей.
20. Систематические погрешности.
21. Случайные погрешности.
22. Абсолютная, относительная, приведенная погрешности.
23. Прямые, косвенные измерения погрешностей.
24. Однократные и многократные измерения погрешностей.
25. Классы точности средств измерений.
26. Проверка средств измерений.
27. Проверка измерительных приборов.
28. Эталоны единиц физических величин. Классификация эталонов.
29. Образцовые средства измерения.
30. Передача размера единиц рабочим средствам измерений. Нормативно-техническая база обеспечения единства измерений.
31. Государственная метрологическая служба и ее деятельность. Общие положения.
32. Стандартизация. Стандарт.
33. Стандартизация. Цели и задачи стандартизации.
34. Категории стандартов.
35. Научно-технические методы стандартизации.
36. Формы стандартизации.
37. Система предпочтительных чисел.
38. Стандартные ряды предпочтительных чисел. Обозначение рядов предпочтительных чисел.
39. Параметрические ряды.
40. Ведущие международные организации по стандартизации.
41. Сертификация. Цели, принципы и формы подтверждения соответствия.
42. Особенности сертификация аппаратуры связи различного назначения, сертификация средств измерений.
43. Измерительная техника. Методы измерений.
44. Метод непосредственной оценки и метод сравнения.
45. Разновидности электромеханических измерительных приборов.
46. Магнитоэлектрические измерительные приборы.
47. Электромагнитные измерительные приборы.
48. Электродинамические измерительные приборы.
49. Электростатические измерительные приборы.
50. Измерительные приборы термоэлектрической системы.

51. Измерительные приборы выпрямительной системы.
52. Электрооптические приборы.
53. Приборы для измерения тока, напряжения и мощности.
54. Измерительные преобразователи, их типы и классификация.
55. Измерительные преобразователи (ИП), структурная схема ИП.
56. Классификация ИП по назначению, по связи (взаимодействию) чувствительного элемента с изделием, по принципу преобразования, по физическому явлению, положенному в основу принципа действия.
57. Разновидности и типы ИП.
58. Реостатные ИП.
59. Индуктивные ИП.
60. Емкостные ИП.

Образец экзаменационного билета:

Приведен в приложении 3.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

**Критерии оценки (в баллах):**

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены незначительные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

**Вопросы на коллоквиум**

На коллоквиуме задается 5 вопроса из списка. На подготовку дается 45 минут.

1. Классификация ИП по назначению, по связи (взаимодействию) чувствительного элемента с изделием, по принципу преобразования, по физическому явлению, положенному в основу принципа действия.
2. Особенности сертификация аппаратуры связи различного назначения, сертификация средств измерений.

3. Проверка средств измерений.
4. Емкостные ИП
5. Эталоны единиц физических величин. Классификация эталонов.

### **Темы лабораторных работ**

Лабораторная работа №1 Прямые и косвенные однократные измерения.

Лабораторная работа №2 Стандартная обработка результатов прямых измерений с многократными наблюдениями.

Лабораторная работа №3 Определение погрешности электронного вольтметра методом сличения.

Лабораторная работа №4 Измерение силы постоянного электрического тока.

### **Критерии оценки (в баллах)**

<b>Приведен полностью правильно оформленный отчет, включающий правильные ответы на контрольные вопросы, правильно решенные задания и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов</b>	<b>10 баллов</b>
<b>Дан правильно оформленный отчет, включающий правильные ответы на контрольные вопросы, но в решении заданий имеются один или несколько недостатков</b>	<b>5 баллов</b>
<b>Нет правильно оформленного отчета</b>	<b>0 баллов</b>

### **Пример лабораторной работы**

#### **Прямые и косвенные однократные измерения**

##### *Цель работы:*

Приобретение навыков планирования и выполнения прямых и косвенных однократных измерений. Получение опыта по выбору средств измерений, обеспечивающих решение поставленной измерительной задачи. Изучение способов обработки и правильного представления результатов прямых и косвенных однократных измерений.

##### *Сведения, необходимые для выполнения работы*

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться [4, 10, 13, 14] со следующими вопросами:

- основные понятия метрологии;
- классификация и характеристики измерений;
- классификация и характеристики средств измерений;
- способы получения и представления результатов однократных измерений;
- принцип действия, устройство и характеристики средств измерений, используемых при выполнении настоящей работы.

Подавляющее большинство измерений, выполняемых на практике, являются однократными.

Прежде чем выполнить однократное измерение, необходимо выбрать средство измерения. При выборе средства измерения, исходя из представления об условиях проведения измерения, о свойствах измеряемой величины и ее примерном значении, а также о необходимой точности измерения, определяют с помощью какого измерительного прибора, какого типа, какого класса точности, на каком пределе шкалы будет лучше проводить измерение. Если об ожидаемом значении измеряемой величины можно судить только с большой неопределенностью, средство измерения выбирают предварительно, устанавливают для него максимальный предел шкалы и проводят пробные измерения,

после чего средство измерения и предел шкалы выбирают окончательно и выполняют измерение для получения результата. За результат однократного измерения принимают показания средства измерения. Результирующая погрешность однократного измерения в общем случае зависит от целого ряда факторов, в частности, от инструментальной и методической составляющих погрешности, влияния внешних воздействий и т. д. На практике однократные измерения всегда стремятся организовать так, чтобы результирующая погрешность определялась главным образом инструментальной составляющей погрешности. В таком случае погрешность измерений оценивают (см. Приложение 4) исходя из класса точности выбранного средства измерений. При проведении однократных измерений всегда стремятся поддерживать нормальные условия и выбрать такой способ измерений, чтобы методическая погрешность и субъективные погрешности оказывали минимальное воздействие на результат. Если, тем не менее, условия измерений отличаются от нормальных, в результат измерения вносят поправки, учитывающие погрешности, обусловленные воздействием влияющих величин. При выполнении данной работы следует предполагать, что условия измерений нормальные, а методические и субъективные погрешности пренебрежимо малы.

При проведении косвенных измерений погрешность определяется по результатам прямых измерений. В общем случае решение этой задачи оказывается весьма сложным. Однако есть несколько случаев, когда оценить пределы погрешности результата косвенного измерения просто:

1. Величины  $X$  и  $Y$  измерены с абсолютными погрешностями  $\Delta X$  и  $\Delta Y$ , соответственно измеряется величина  $Z$ , связанная зависимостью  $Z = X \pm Y$ . В этом случае для оценки предела абсолютной погрешности составляющие погрешности суммируются без учета знака, а именно:  $\Delta Z = \Delta X + \Delta Y$ .

2. Величины  $X$  и  $Y$  измерены с абсолютными погрешностями  $\Delta X$  и  $\Delta Y$ , соответственно измеряется величина  $Z$ , связанная зависимостями  $Z = X \cdot Y$  или  $Z = X / Y$ . В этом случае для оценки предела относительной погрешности составляющие относительные погрешности суммируются без учета знака,\_\_\_

Величины  $X$  и  $Y$  измерены с абсолютными погрешностями  $\Delta X$  и  $\Delta Y$ , соответственно. Измеряется величина  $Z$ , связанная с  $X$  и  $Y$  зависимостью  $Z = F(X, Y)$ . В этом случае для оценки предела абсолютной погрешности можно использовать выражение: Легко видеть, что предыдущие формулы для погрешностей следуют из последнего, более общего, соотношения. Использование этих правил позволяет получить удовлетворительную оценку предельной погрешности результата косвенного измерения, в случае когда число аргументов в функциональной зависимости не превышает четырех-пяти. При определении погрешности результата измерений по классу точности средства измерений всегда учитываются как систематическая, так и случайная составляющая погрешности. В случае косвенных измерений при вычислении результирующей систематической составляющей погрешности необходимо, казалось бы, учитывать знак отдельных составляющих, что противоречит приведенным в пп. 1-3 рекомендациям. Однако на практике никакого противоречия не возникает, поскольку измерения всегда стремятся организовать так, чтобы влияние систематических погрешностей на результат было исключено. Конечно, полностью исключить систематические погрешности никогда не удастся, но в теории измерений показывается, что для учета неисключенных остатков систематических погрешностей их можно рассматривать как случайные величины, для описания которых подходят методы математической статистики. Отметим, что приведенные в пп. 1-3 способы оценки предельной погрешности косвенных измерений могут давать завышенную оценку значения результирующей погрешности. Однако с точки зрения достоверности результата измерения и с учетом простоты описанного способа такой подход оказывается, как правило, вполне приемлемым.

## Описание лабораторного стенда

Лабораторный стенд представляет собой Lab VIEW компьютерную модель, располагающуюся на рабочем столе персонального компьютера. На стенде (рис. 1.1.1) находятся модели (см. Приложение 1) магнитоэлектрического милливольтметра, электронного аналогового милливольтметра среднеквадратического значения, электронного цифрового мультиметра, источников постоянного и переменного напряжения, делителя напряжения и коммутационного устройства.

При выполнении работы модели средств измерений и вспомогательных устройств служат для решения описанных ниже задач.

Модель магнитоэлектрического вольтметра используется при моделировании процесса прямых измерений постоянного напряжения и силы постоянного тока методом непосредственной оценки.

Модель электронного аналогового милливольтметра используется при моделировании процесса прямых измерений среднеквадратического значения напряжения в цепях переменного тока синусоидальной и искаженной формы методом непосредственной оценки. Модель цифрового мультиметра при выполнении работы служит в качестве цифрового вольтметра, и используется при моделировании процесса прямых измерений постоянного напряжения и среднеквадратического значения переменного напряжения синусоидальной формы методом непосредственной оценки.

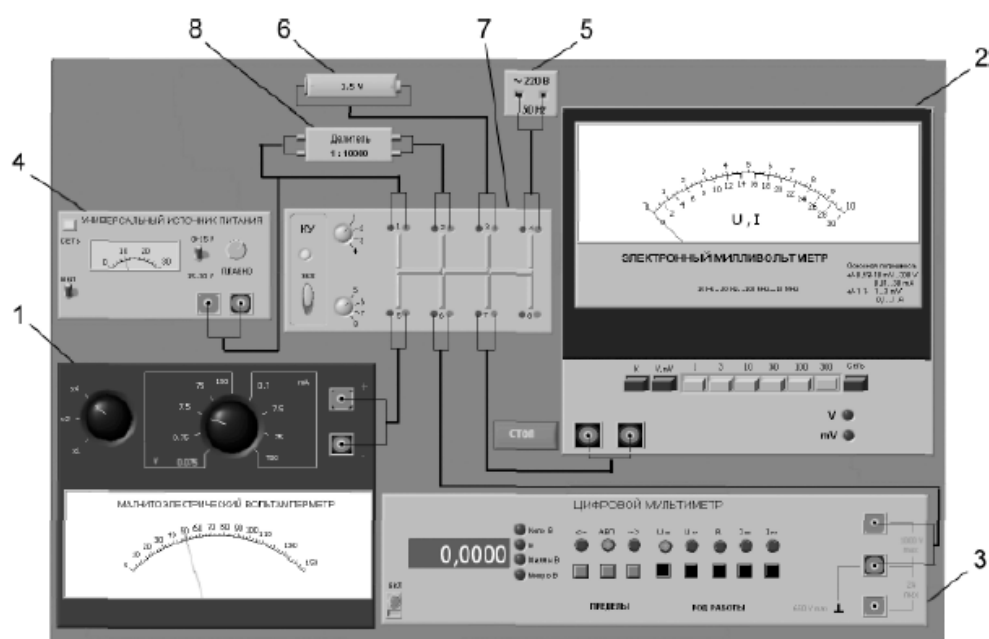


Рис. 1.1.1. Модель лабораторного стенда на рабочем столе компьютера при выполнении лабораторной работы № 1.1 (1 - магнитоэлектрический вольтметр, 2 - электронный аналоговый милливольтметр, 3 - электронный цифровой мультиметр, 4 - универсальный источник питания, 5 - источник переменного напряжения, 6 - гальванический элемент, 7 - коммутационное устройство, 8 - делитель напряжения)

Модель универсального источника питания (УИП) используется при моделировании работы регулируемого источника стабилизированного постоянного напряжения.

Модель источника питания переменного тока моделирует работу источника переменного гармонического напряжения частотой 50 Гц, с действующим значением, равным примерно 220 В, и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением.

Модель гальванического элемента моделирует работу имеющего источника постоянной электродвижущей силы с ЭДС, равной примерно 1,5 В, и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением.

Модель делителя напряжения используется при моделировании работы делителя с коэффициентом деления  $K = 1 : 10000$  при классе точности, равном 0,05, входном сопротивлении не менее 1 МОм, выходном - не более 1 кОм. Делитель можно использовать на постоянном и переменном токе с напряжением не более 500 В и частотой до 20 кГц. Модель коммутационного устройства (КУ) используется при моделировании подключения входа вольтметров к выходу источников измеряемого напряжения. Подключение моделей вольтметров к моделям источников измеряемого напряжения производится путем установки верхнего переключателя на номер входа, к которому подключается измеряемый источник, а нижнего переключателя КУ - на номер выхода, к которому подключен измерительный прибор. Установленное соединение индицируется на передней панели КУ желтым цветом.

На лицевой панели модели КУ расположены:

- тумблер «ВКЛ» включения КУ;
- тумблеры для выбора способа коммутации входов и выходов КУ между собой.

### ***Задание***

4.1. Запустите программу лабораторного практикума и выберите лабораторную работу № 1.1 «Прямые и косвенные однократные измерения» в группе работ «Обработка и представление результатов измерений». На рабочем столе компьютера появится модель лабораторного стенда с моделями средств измерений и вспомогательных устройств (рис. 1.1.1) и окна, созданного в среде MS Excel, лабораторного журнала, который служит для формирования отчета по результатам выполнения лабораторной работы.

4.2. Ознакомьтесь с расположением моделей отдельных средств измерений и других устройств на рабочем столе. Включите модели средств измерений и вспомогательных устройств и опробуйте их органы управления (см. Приложение 1). Плавно изменяя напряжение на выходе УИП и поочередно с помощью КУ, подключая к выходу вольтметры, проследите за изменениями их показаний. Поменяйте пределы измерений и снова проследите за изменениями показаний вольтметров при изменении напряжения на выходе УИП. После того как вы убедитесь в работоспособности приборов, выключите все модели и вспомогательные устройства.

4.3. Приступите к выполнению заданий лабораторной работы.

### ***Задание 1. Выполнение прямых однократных измерений***

а) Выберите среди имеющихся на лабораторном стенде средств измерений вольтметр для измерения постоянного напряжения на выходе УИП с относительной погрешностью, не превышающей 1%. При выборе исходите из того, что напряжение на выходе УИП может быть установлено произвольно в диапазоне от 15 В до 30В.

- Выбрав вольтметр, включите его, установите подходящий диапазон измерений и с помощью КУ

подключите вольтметр к выходу УИП.

- Включите УИП и установите на его выходе напряжение в указанном диапазоне.
- Снимите показания вольтметра.
- Запишите в отчет: показания вольтметра, тип и класс точности вольтметра, выбранный диапазон измерений.

б) Выберите среди имеющихся на лабораторном стенде средств измерений вольтметр для измерения ЭДС гальванического элемента с абсолютной погрешностью, не превышающей 2 мВ (значение ЭДС постоянно и лежит в диапазоне от 1,3 В до 1,7 В).

- Выбрав вольтметр, включите его, установите подходящий диапазон измерений и с помощью КУ подключите вольтметр к выходу источника ЭДС.

- Снимите показания вольтметра.
- Запишите в отчет: показания вольтметра, тип и класс точности вольтметра, выбранный диапазон измерений.

в) Выберите среди имеющихся на лабораторном стенде средств измерений вольтметр для

измерения значения напряжения на выходе источника переменного напряжения с относительной погрешностью, не превышающей 0,5%.

- Выбрав вольтметр, включите его, установите подходящий диапазон измерений и с помощью КУ подключите вольтметр к выходу источника переменного напряжения.
- Снимите показания вольтметра.
- Запишите в отчет: показания вольтметра, тип и класс точности вольтметра, выбранный диапазон измерений.

### ***Задание 2. Выполнение косвенных измерений***

а) Выберите среди имеющихся на рабочем столе средств измерений вольтметр для косвенного измерения коэффициента деления делителя напряжения.

- Выбрав вольтметр, включите его и установите подходящий диапазон измерений.
- Подключите с помощью КУ делитель к выходу источника напряжения.
- Подключите с помощью КУ вольтметр поочередно к входу и выходу делителя и снимите в обоих случаях показания вольтметра.
- Запишите в отчет: показания вольтметра, тип и класс точности вольтметра, выбранные диапазоны измерений, сведения о делителе напряжения.

4.4. Сохраните результаты.

4.5. После сохранения результатов закройте приложение LabVIEW и при необходимости выключите компьютер.

### ***Контрольные вопросы***

- Дайте определение следующих понятий: измерение, результат измерения, абсолютная погрешность измерения, относительная погрешность измерения.
- Как классифицируют измерения?
- В каких случаях проводят однократные измерения?
- Какие измерения называются прямыми? В каких случаях выполняются прямые измерения?
- Какие измерения называются косвенными? В каких случаях выполняются косвенные измерения?
- Что такое средство измерения?
- Что такое метрологические характеристики средств измерений? Какие метрологические характеристики средств измерений вы знаете?
- Как связаны метрологические характеристики средств измерений с качеством измерений, которые выполняются с помощью этих средств?
- Предполагается проводить однократные измерения. Какие критерии используются при выборе средств измерений, какие из этих критериев наиболее важны?

**5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**  
**5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

**Основная литература:**

1. Николаев М.И. Метрология, стандартизация, сертификация и управление качеством:/ Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2016.- 115 с. Режим доступа <https://e.lanbook.com/book/100255#authors>.
2. Извеков В.Н., Кагиров А.Г. Метрология, измерительная техника, основы стандартизации и сертификации: учебное пособие:/ Томский политехнический университет- 149 с.- Режим доступа <https://e.lanbook.com/book/10305#authors>

**Дополнительная литература:**

1. Усачев Ю.А., Замарашкина В.Н. Метрология:/ Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2003.- 45 с. Режим доступа <https://e.lanbook.com/book/40852#authors>

**5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины**

1	Электронно-библиотечная система «ЭБ БашГУ»	Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет	<a href="https://elib.bashedu.ru/">https://elib.bashedu.ru/</a>
2	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»	Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	Регистрация из сети БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет	<a href="http://www.biblioclub.ru/">http://www.biblioclub.ru/</a>
3	Электронно-библиотечная система издательства «Лань»	Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	Регистрация из сети БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет	<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>



## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения лекционных занятий используется аудиторный фонд физико-технического института.

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория 415 (физико-математический корпус учебное)	Лекции	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска
учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа: аудитория 414 (физико-математический корпус учебное)	Практические занятия	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска
помещения для самостоятельной работы: читальный зал № 2 (физико-математический корпус учебное)	Самостоятельная работа	Читальный зал №2 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 5 шт., принтер – 1 шт., сканер- 1 шт.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях»  
на 7 семестре

(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
	7 семестр
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	55,2
лекций	18
практических/ семинарских	18
лабораторных	18
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	54
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	34,8

Форма(ы) контроля:

экзамен - 7 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<b>Модуль 1:</b>	9	9	9	27			
1.	Средства измерения. Методы и методики измерений. Результаты измерений. Погрешности измерений. Погрешности средств измерений. Условия измерений. Обеспечение единства измерений. Метрология в международной практике.	2	2	2	6	[1]: §1.1 – 1.5	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос
2.	Физическая величина, единицы физической величины. Измерение физических величин. Уравнение связи между физическими величинами. Системы физических величин, размерность. Наименования и определения физических величин по областям измерений. Единицы физических величин. Развитие систем единиц физических величин.	2	2	2	6	[1]: § 2.1 – 2.8	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос
3.	Метрическая система мер. Характеристика	2	2	2	6	[1]: § 6. 11 – 6.12	Домашняя проработка лекций и	Устный опрос Коллоквиум

	международной системы единиц. Правила образования наименований и обозначений единиц. Производные единицы СИ в различных областях измерений. Единицы, допускаемые к применению наравне с единицами СИ. Рекомендации по пересчету значений физических величин.						изучение литературы по теме.	
4.	Показатели качества средств измерений. Метрологические характеристики средств измерений. Классы точности средств измерений. Организация и проведение измерений. Подготовка к измерениям. Выполнение измерений. Исключение систематической погрешности. Прямые, косвенные, совместные и совокупные измерения. Однократные и многократные измерения. Равноточные и неравноточные измерения.	3	3	3	9	[1]:§ 6.1 – 6.10	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос Коллоквиум, отчеты по лабораторным работам
	<b>Модуль 2:</b>	9	9	9	27			
5.	Погрешности измерений (абсолютная, относительная). Виды	2	2	2	6	[1]:§ 7.9 – 7.12	Домашняя проработка лекций и изучение литературы	Устный опрос Коллоквиум

	<p>погрешностей СИ.  Приведённая погрешность СИ. Статическая и динамическая; основная и дополнительная погрешности СИ. Систематические и случайные погрешности СИ. Виды систематических погрешностей, в том числе инструментальные, методические (теоретические) и др. Исключение систематических погрешностей, внесение поправок.  Случайные погрешности, их учёт. Способы описания случайных погрешностей.  Обнаружение грубых погрешностей.  Доверительные интервалы.</p>						туры по теме.	
6.	<p>Точность измерений.  Оценка точности результата измерений.  Методы обработки результатов измерений.  ГОСТ 8.207-76. Классы точности СИ.  Максимальные допустимые погрешности.  Оценка погрешности произведённого измерения.</p>	2	2	2	6	[1]; § 5.2 – 5.4	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос

7.	Общие требования к методам обработки результатов измерений. Обработка прямых многократных измерений. Обработка результатов нескольких групп измерений. Обработка результатов косвенных измерений.	2	2	2	6		Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос
8.	Общие положения. Эталоны единиц физических величин. Передача размера единиц рабочим средствам измерений. Нормативно-техническая база обеспечения единства измерений. Государственные испытания средств измерений.	3	3	3	9	[1]; § 5.5 – 5.7	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос Коллоквиум, отчеты по лабораторным работам
	<b>Всего часов:</b>	18	18	18	54			



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях»  
на 5 курсе

(наименование дисциплины)

заочная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
	5 курс
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	37,7
лекций	12
практических/ семинарских	12
лабораторных	12
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	98,5
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	7,8

Форма(ы) контроля:

экзамен: 5 курс летняя сессия



**Рейтинг-план дисциплины**  
**Метрология, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях**

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

Направление Инфокоммуникационные технологии и системы связи  
 Курс 4 , семестр 7, 2020/2021 г.

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1:</b>			<b>0</b>	<b>35</b>
<b>Текущий контроль</b>			0	15
1. Коллоквиум	5	3	0	15
<b>Рубежный контроль</b>			0	20
1. Коллоквиум	5	4	0	20
<b>Модуль2:</b>			<b>0</b>	<b>35</b>
<b>Текущий контроль</b>			0	15
1. Коллоквиум	5	3	0	15
<b>Рубежный контроль</b>				20
1. Коллоквиум	5	4	0	20
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Участие в конференциях, публикация статей	10	1	0	10
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических (семинарских занятий)			0	-10
<b>Итоговый контроль</b>				
1. Экзамен				30

**Форма экзаменационного билета**

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»


ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях»  
Направление 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи  
Профиль Оптические системы и сети связи

1. Измерение физических величин. Виды измерений физической величины.
2. Проверка средств измерений.

Заведующий кафедрой

 / Салихов Р.Б./