

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра защиты информации
Кафедра систем сбора и обработки данных

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН АВТФ

к.т.н. Рева И. Л.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Теория измерений

Образовательная программа: 12.04.01 Приборостроение, магистерская программа: Измерительные информационные технологии

Курс: 1, семестр : 1

Факультет автоматики и вычислительной техники,

		Семестр
№	Вид деятельности	1
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	47
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	9
10	Самостоятельная работа, час.	97
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 12.04.01 Приборостроение

ФГОС введен в действие приказом №1408 от 30.10.2014 г. , дата утверждения: 26.11.2014 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 12.04.01 Приборостроение

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЗИ, протокол заседания кафедры №6 от 20.06.2017

ССОД, протокол заседания кафедры №2/1 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета автоматики и вычислительной техники, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

Заведующий кафедрой:

с.н.с., к.т.н. Трушин В. А.

доцент, к.т.н. Прохоренко Е. В.

Ответственный за образовательную программу:

профессор Пасынков Ю. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ПК.2 способность и готовность к выбору оптимального метода и разработке программ экспериментальных исследований, проведению измерений с выбором технических средств и обработкой результатов; в части следующих результатов обучения:
у1. уметь планировать измерительные эксперименты
Компетенция НГТУ: ПК.24.В способность к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике; в части следующих результатов обучения:
з2. знание способов и методик измерений и исследований
у1. умение оценивать неопределенность результатов измерений

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Теория измерений</i>	
ПК.24.В.з2 знание способов и методик измерений и исследований	
1. умеет применять основные методы математического аппарата в математических моделях объектов и процессов	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.24.В.у1 умение оценивать неопределенность результатов измерений	
2. уметь применять статистический подход к исследованию процессов и решению задач	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.24.В.з2 знание способов и методик измерений и исследований	
3. основы теории случайных процессов	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.2.у1 уметь планировать измерительные эксперименты	
4. умеет планировать и организовывать простейшие эксперименты, обрабатывать и анализировать полученные результаты	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.24.В.у1 умение оценивать неопределенность результатов измерений	
5. умеет проводить испытания приборов с целью определения их погрешности	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
6. знать статистические методы обработки результатов измерений	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
7. производить расчет погрешности результатов измерений и средств измерения	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
8. знать основные характеристики и виды погрешностей средств измерений	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.2.у1 уметь планировать измерительные эксперименты	
9. знать метрологические характеристики средств измерений	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.24.В.з2 знание способов и методик измерений и исследований	
10. основные тенденции развития метрологии и измерительной техники	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.2.у1 уметь планировать измерительные эксперименты	
11. основы метрологии, системы стандартизации и сертификации средств измерений и контроля	Лекции; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
-------------	----------------------	------	-------------------------------

Семестр: 1			
Дидактическая единица: Метрология			
1. Основные понятия метрологии	0	0,5	10, 11
2. Метрологическое обеспечение	0	0,5	11, 7
3. Государственная система обеспечения единства измерений	0	0,5	11, 7
4. Государственная метрологическая служба	0	0,5	11
Дидактическая единица: Средства измерений			
5. Классификация средств измерений	0	0,5	10, 8
6. Метрологические характеристики средств измерений	0	0,5	9
7. Функциональные схемы средств измерений	0	0,5	8
8. Динамические характеристики средств измерений	0	0,5	8
Дидактическая единица: Погрешности измерений			
9. Виды измерений	0	0,5	11
10. Виды погрешностей измерений. Случайные погрешности, законы распределения	0	0,5	8
11. Нормирование погрешностей средств измерений	0	0,5	8
12. Обработка результатов измерений	0	0,5	4, 7
Дидактическая единица: Обработка результатов измерений			
13. Основные этапы процесса измерений	0	0,5	4, 6, 7
15. Обработка результатов прямых измерений	0	1	4, 7
16. Обработка результатов однократных измерений, многократных измерений	0	0,5	4, 7
17. Обработка результатов косвенных измерений, совокупных измерений	0	1	4, 7
18. Обработка результатов функциональных зависимостей	0	1	4, 7
19. Обработка нескольких рядов результатов наблюдений	0	1	2, 4, 7
20. Дисперсионный анализ, корреляционный анализ, регрессивный анализ	0	2	2, 6
Дидактическая единица: Метрологическое обеспечение средств измерений			
21. Принципы нормирования метрологических характеристик средств измерений	0	1	11, 9
22. Математические модели погрешностей средств измерений	0	1	1, 5, 7
23. Нормирование основной погрешности средств измерений	0	0,5	7, 8, 9
24. Классы точности средств измерений	0	0,5	9

25. Нормирование динамических характеристик средств измерений	0	1	7, 8
26. Государственный контроль и надзор за средствами измерений	0	1	11

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Обработка результатов измерений				
14. Суммирование случайных и систематических погрешностей, и погрешностей разного рода	0	1	7, 8	
15. Методы определения характеристик случайных погрешностей средств измерений	0	4	5, 7	
16. Исследование влияния нелинейности передаточной характеристики средств измерения на случайные и систематические погрешности средств измерения	0	2	5, 7	
17. Изучение методов исключения систематических погрешностей средств измерений	0	2	6, 7, 8	
Дидактическая единица: Метрологическое обеспечение средств измерений				
18. Разработка математической модели средства измерений	0	1	1, 5, 7	
19. Разработка математической модели погрешности средства измерений	0	1	1, 3, 6	
20. Экспериментальная оценка статистических характеристик погрешностей средств измерений	0	2	4, 7	
21. Изучение прохождения случайных процессов через линейные цепи	0	2	3	
22. Оценка математического ожидания и дисперсии случайного процесса	0	1	2, 3	
23. Оценка корреляционной и автокорреляционной функции случайного процесса	0	1	2, 3, 7	
24. Спектральный анализ шума	0	1	2, 3, 6, 7	

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 1				
1	РГЗ	4, 6, 7, 9	15	2
: Фаддеев М. А. Элементарная обработка результатов эксперимента : учебное пособие / М. А. Фаддеев. - СПб. [и др.], 2008. - 117 с. : табл., ил.				

2	Подготовка к занятиям	11	30	2
: Анцыферов С. С. Общая теория измерений : учебное пособие для вузов по направлению подготовки дипломированного специалиста 653800 - "Стандартизация, сертификация и метрология" / С. С. Анцыферов, Б. И. Голубь ; под ред. Н. Н. Евтихиева. - М., 2007. - 176 с. : ил.				
3	Дополнительная учебная деятельность	10, 2, 3	17	0
: Фаддеев М. А. Элементарная обработка результатов эксперимента : учебное пособие / М. А. Фаддеев. - СПб. [и др.], 2008. - 117 с. : табл., ил.				
4	Подготовка к аттестации	1, 4, 5, 6, 7, 8, 9	35	5
: Анцыферов С. С. Общая теория измерений : учебное пособие для вузов по направлению подготовки дипломированного специалиста 653800 - "Стандартизация, сертификация и метрология" / С. С. Анцыферов, Б. И. Голубь ; под ред. Н. Н. Евтихиева. - М., 2007. - 176 с. : ил.				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail; Личный типовой сайт; Портал НГТУ
Консультирование	e-mail; Среда электронного обучения НГТУ
Контроль	e-mail; Среда электронного обучения НГТУ
Размещение учебных материалов	Личный типовой сайт; Портал НГТУ; ЭБС

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм
1	Дискуссия
Краткое описание применения: Тенденции развития науки об измерениях	

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 1		
<i>Практические занятия:</i>	0	20
<i>РГЗ:</i>	10	30
<i>Экзамен:</i>	20	50

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита РГЗ	Экзамен
ПК.2	у1. уметь планировать измерительные эксперименты		+
	ПК.24.В з2. знание способов и методик измерений и исследований		+
	ПК.24.В у1. умение оценивать неопределенность результатов измерений	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Садовский Г. А. Теоретические основы информационно-измерительной техники : [учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Приборостроение" и специальности "Информационно-измерительная техника и технологии"] / Г. А. Садовский. - М., 2008. - 478 с. : ил., табл.

Дополнительная литература

1. Теория измерений : [учебное пособие для вузов по специальности "Приборостроение" / Т. И. Мурашкина и [и др.]. - М., 2007. - 150, [1] с. : ил.
 2. Орнатский П. П. Теоретические основы информационно-измерительной техники : учебник для вузов по специальности "Информационно-измерительная техника" / П. П. Орнатский. - Киев, 1983. - 455 с. : ил.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Анцыферов С. С. Общая теория измерений : учебное пособие для вузов по направлению подготовки дипломированного специалиста 653800 - "Стандартизация, сертификация и метрология" / С. С. Анцыферов, Б. И. Голубь ; под ред. Н. Н. Евтихьева. - М., 2007. - 176 с. : ил.
 2. Фаддеев М. А. Элементарная обработка результатов эксперимента : учебное пособие / М. А. Фаддеев. - СПб. [и др.], 2008. - 117 с. : табл., ил.

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Microsoft Windows
- 2 Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Демонстрация слайдов лекций

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра защиты информации

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН АВТФ
к.т.н., доцент И.Л. Рева
“ ” _____ Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория измерений

Образовательная программа: 12.04.01 Приборостроение, магистерская программа:
Измерительные информационные технологии

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Теория измерений приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.2/НИ способность и готовность к выбору оптимального метода и разработке программ экспериментальных исследований, проведению измерений с выбором технических средств и обработкой результатов	у1. уметь планировать измерительные эксперименты	Государственная метрологическая служба Государственный контроль и надзор за средствами измерений Классы точности средств измерений Метрологические характеристики средств измерений Метрологическое обеспечение Нормирование основной погрешности средств измерений Обработка нескольких рядов результатов наблюдений Обработка результатов измерений Основные этапы процесса измерений Принципы нормирования метрологических характеристик средств измерений		Экзамен, вопросы 2, 13, 18, 24, 30
ПК.24.В способность к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике	з1. знание способов и методик измерений и исследований	Изучение прохождения случайных процессов через линейные цепи Математические модели погрешностей средств измерений Основные понятия метрологии		Экзамен, вопросы 1, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 30
ПК.24.В	у1. умение оценивать неопределенность результатов измерений	Виды погрешностей измерений. Случайные погрешности, законы распределения Динамические характеристики средств измерений Дисперсионный анализ, корреляционный анализ, регрессивный анализ Изучение методов исключения систематических погрешностей средств измерений Исследование влияния нелинейности передаточной характеристики средств измерения на случайные и систематические погрешности средств измерения Методы определения характеристик случайных погрешностей средств измерений Нормирование основной погрешности средств измерений Обработка нескольких рядов результатов наблюдений Обработка результатов косвенных измерений, совокупных измерений Обработка результатов однократных измерений, многократных измерений Обработка результатов прямых измерений Обработка результатов функциональных зависимостей	РГЗ, разделы «теория» и «расчетная часть»	Экзамен, вопросы 11, 12, 14, 17, 19, 20, 23

		Основные этапы процесса измерений Оценка корреляционной и автокорреляционной функции случайного процесса Оценка математического ожидания и дисперсии случайного процесса Суммирование случайных и систематических погрешностей, и погрешностей разного рода Функциональные схемы средств измерений		
--	--	---	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 1 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.2/НИ, ПК.24.В.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 1 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.2/НИ, ПК.24.В, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра защиты информации

Паспорт экзамена

по дисциплине «Теория измерений», 1 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов ____, второй вопрос из диапазона вопросов ____ (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет АВТФ

Билет № ____
к экзамену по дисциплине «Теория измерений»

1. Вопрос 1
2. Вопрос 2.

Утверждаю: зав. кафедрой ЗИ _____ должность, ФИО
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет (тест) считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, допускает принципиальные ошибки, оценка составляет менее 20 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 20-29 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, допускает мелкие ошибки, оценка составляет 30-39 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов,

проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок, оценка составляет 40-50 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Теория измерений»

1. Определение измерений.
2. Элементы измерительного процесса.
3. Измеряемые величины.
4. Единицы измерений.
5. Шкалы. Виды.
6. Результаты измерений.
7. Методы измерений. Классификация.
8. Средства измерений.
9. Основные характеристики СИ.
10. Погрешности. Определение.
11. Разновидности погрешностей.
12. Методические и случайные погрешности.
13. Класс точности.
14. Способы уменьшения методических погрешностей.
15. Характер проявления и законы распределения случайных погрешностей.
16. Уменьшение случайных погрешностей.
17. Точечные и интервальные оценки погрешности.
18. Обработка результатов измерения, содержащих случайные погрешности.
19. Оценка погрешностей косвенных измерений.
20. Построение зависимостей на основе результатов измерений.
21. Равноточные измерения.
22. Взвешенное среднее.
23. Остаточные погрешности.
24. Оценка предельных погрешностей.
25. Энтропия, информация и измерительная техника.
26. Энтропийная погрешность и энтропийный коэффициент.
27. Информационно-теоретический подход к измерительным устройствам.
28. Квантование сигналов. Шум квантования.
29. Вычислительная погрешность.
30. Моделирование инструментальных погрешностей средств измерения

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Теория измерений», 1 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны обработать результаты многократных измерений в соответствии с исходными данными.

Обязательные структурные части РГЗ: титульный лист, введение, теория, расчетная часть, результаты и заключение, список литературы.

Оцениваемые позиции: теория, расчетная часть, результаты.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), расчеты ошибочны, метод расчета неверный, оценка составляет менее 10 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: метод расчета верный, есть ошибки в расчетах, оценка составляет 10-16 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если РГЗ выполнен в полном объеме, расчеты в целом верны, оценка составляет 17-24 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если расчеты верны и замечаний нет, оценка составляет 25-30 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

1. Оценить пределы погрешности для результатов равноточных измерений, полученных с помощью измерительного прибора
2. Оценить погрешность для результата неравноточных измерений
3. Обработать результаты многократных измерений со случайной погрешностью
4. Исключить промахи из ряда результатов измерений
5. Найти коэффициент корреляции между двумя выборками результатов измерений
6. Рассчитать погрешность для результатов косвенных измерений
7. Проверить гипотезу о законе распределения результатов измерений