

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор института

« 20 » мая 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

**ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОДУКЦИИ И КОНСТРУИРОВАНИЯ
ПРИБОРОВ**

Направление подготовки:

27.03.01 Стандартизация и метрология

Направленность образовательной программы:

Метрология, стандартизация и сертификация

Квалификация:

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра Стандартизации и управления качеством

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки – 27.03.01 – Стандартизация и метрология (уровень бакалавриата), утвержденного приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7 августа 2020 г. № 901;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

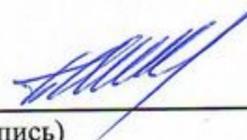
Составитель (составители): к.т.н., доцент  (С.Н. Санин)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 28 » апреля 20 21 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой: к.т.н., проф.  (О.В. Пучка)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой СиУК

Заведующий кафедрой: к.т.н., проф.  (О.В. Пучка)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 28 » апреля 20 21 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » мая 20 21 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент  (А.Н. Семернин)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-3 Способен использовать фундаментальные знания в области стандартизации и метрологического обеспечения для совершенствования в профессиональной деятельности	ОПК-3.15 Осуществляет разработку специальных средств измерений	Знать: теоретические основы проектирования средств измерений и контроля. Уметь: выполнять работы, связанные конструированием специальных средств измерений. Владеть: практическими навыками разработки и анализа моделей средств измерений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК-3

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Организация и технология испытаний и технического контроля
2	Метрология
3	Методы и средства измерений и контроля
4	Основы проектирования продукции и конструирования приборов
5	Стандартизация и сертификация
6	Автоматизация измерений, контроля и испытаний
7	Метрологическое обеспечение жизненного цикла продукции
8	Статистические методы контроля качества
9	Основы технического регулирования
10	Учебная ознакомительная практика
11	Производственная технологическая (производственно-технологическая) практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, 216 часов.

Форма промежуточной аттестации Экзамен

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы ¹	Всего часов	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	216
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	90	90
лекции	34	34
лабораторные	17	17
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации ²	5	5
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	126	126
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание	58	58
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	68	68
Экзамен		Э

¹ в соответствии с ЛНА предусматривать

- не менее 0,5 академического часа самостоятельной работы на 1 час лекций,
- не менее 1 академического часа самостоятельной работы на 1 час лабораторных и практических занятий,
- 36 академических часов самостоятельной работы на 1 экзамен
- 54 академических часов самостоятельной работы на 1 курсовой проект, включая подготовку проекта, индивидуальные консультации и защиту
- 36 академических часов самостоятельной работы на 1 курсовую работу, включая подготовку работы, индивидуальные консультации и защиту
- 18 академических часов самостоятельной работы на 1 расчетно-графическую работу, включая подготовку работы, индивидуальные консультации и защиту
- 9 академических часов самостоятельной работы на 1 индивидуальное домашнее задание, включая подготовку задания, индивидуальные консультации и защиту
- не менее 2 академических часов самостоятельной работы на консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации

² включают предэкзаменационные консультации (при наличии), а также текущие консультации из расчета 10% от лекционных часов (приводятся к целому числу)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 2 Семестр 4

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1. Основы процесса проектирования средств измерений					
	Проектирование. Виды проектирования. Стадии проектирования. Методы получения измерительной информации. Методы описания процессов и средств измерений. Информационная модель.	2	2	-	3
2. Измерительные сигналы и их преобразование					
	Сигналы. Классификация сигналов. Модели сигналов. Характеристики сигналов. Методы преобразования сигналов и их модели.	4	-	-	2
3. Методы и средства измерения физических величин					
	Измерение. Виды измерений. Методы измерений. Средства измерений и их характеристики. Измерительные преобразователи и их методы построения. Принципы устройства приборов. Государственная система приборов.	6	4	-	7
4. Основы проектирования измерительных приборов					
	Выбор измерительного преобразователя. Выбор метода измерения. Составление структурной схемы. Принципы конструирования приборов. Расчет статических и динамических характеристик. Оптимизация параметров.	8	20	7	31
5. Основы моделирования средств измерений					
	Математическая модель. Виды моделей и их свойства. Составление математической модели. Метод Гамильтона. Обобщенные координаты. Обобщенные сопротивления. Метод аналогий. Средства измерений с дискретными элементами, обобщенными параметрами, распределенными параметрами. Идентификация параметров СИ. Анализ математических моделей.	10	8	10	23
6. Снижение погрешностей измерительных приборов					
	Виды погрешностей. Модели погрешностей. Статические и динамические погрешности. Определение погрешностей. Методы повышения точности СИ. Оптимизация параметров СИ и приборов.	4	-	-	2
	ВСЕГО	34	34	17	68

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 4				
1	Основы процесса проектирования средств измерений	Разработка технического задания	2	2
3	Методы и средства измерения физических величин	Разработка структурной схемы измерительного прибора	4	4
4	Основы проектирования измерительных приборов	Разработка эскизного проекта контрольного приспособления	4	4
		Разработка электрической принципиальной схемы измерительной цепи	4	4
		Разработка конструкции измерительного механизма	4	4
		Исследование структуры механизмов. Определение положений звеньев и построение траектории их перемещения	4	4
		Определение скоростей и ускорений звеньев механизма	4	4
5	Основы моделирования средств измерений	Разработка и исследование математической модели измерительного прибора	8	8
ИТОГО:			34	34
ВСЕГО:				68

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 4				
4	Основы проектирования измерительных приборов	Создание чертежа общего вида контрольного приспособления	4	4
		Конструирование и разработка компьютерной модели зубчатой передачи измерительного механизма в среде Компас-3D.	3	3
5	Основы моделирования средств измерений	Разработка компьютерной модели измерительного механизма	4	4
		Разработка компьютерной модели многокритериальной оптимизации параметров измерительного прибора	6	6
ИТОГО:			17	17
ВСЕГО:				34

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

На выполнение РГЗ предусмотрено 58 часов самостоятельной работы студента. Студентам предлагается выполнить РГЗ на одну из тем:

«Разработка конструкции измерительного прибора»

«Разработка конструкции контрольного приспособления»

Цель задания: Приобретение практических навыков по проектированию средств измерений и контроля.

Структура работы. РГЗ состоит из пояснительной записки и может дополнительно включать графическую часть. Пояснительная записка включает исходные данные, разработку технического задания, обзор литературных источников, выбор метода измерения или контроля, разработку структурной схемы измерительного прибора или схемы контроля, обоснование выбора измерительных преобразователей, разработка математической модели измерительного устройства, анализ разработанной модели. Также обучающемуся может быть предложена разработка конструкции измерительного прибора, включая электрическую схему, кинематическую схему, общий вид прибора, конструкции отдельных механизмов или электрических цепей.

В качестве измеряемой величины может выступать любая физическая величина, в качестве контролируемой величины может выступать какой-либо параметр продукции или технологического процесса. Объект контроля выбирается студентом и утверждается преподавателем.

Оформление РГЗ. РГЗ предоставляется преподавателю в виде расчетно-пояснительной записки и при необходимости сопровождающей графической части. Разработанные компьютерные модели представляются в законченном электронном виде для проверки работоспособности, а также в виде листинга с подробными комментариями, размещаемого в приложении к пояснительной записке. Расчетно-пояснительная записка должна быть подшита в скоросшиватель, иметь титульный лист, содержание, введение, основную часть, заключение, список литературы и приложение. Графическая часть при наличии подшивается также в приложение.

Объем расчетно-пояснительной записки не ограничивается ввиду наличия индивидуальных особенностей у каждой темы, однако оформление расчетно-пояснительной записки должно выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ. Содержащаяся в графической части конструкторская документация должна быть оформлена в соответствии с требованиями ЕСКД.

В процессе выполнения расчетно-графического задания осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитории и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ОПК-3 Способен использовать фундаментальные знания в области стандартизации и метрологического обеспечения для совершенствования в профессиональной деятельности

(код и формулировка компетенции)

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-3.15 Осуществляет разработку специальных средств измерений	Выполнение практических заданий, выполнение и защита лабораторных работ, выполнение РГЗ, экзамен

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета / зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основы процесса проектирования средств измерений	<ol style="list-style-type: none"> 1. Проектирование средств измерений. Структура процесса проектирования. 2. Основные принципы получения измерительной информации и разработки средств измерений. 3. Методы описания процессов и средств измерений. Информационная модель процесса измерения.
2	Измерительные сигналы и их преобразование	<ol style="list-style-type: none"> 4. Измерительные сигналы и их свойства. 5. Классификация сигналов: аналоговые и цифровые, дискретные и импульсные, детерминированные, квазидетерминированные и случайные сигналы. 6. Характеристика помех измерительным сигналам: сосредоточенные, импульсные, внутренние и внешние. Методы защиты. 7. Модели и характеристики измерительных сигналов. 8. Спектральные характеристики измерительных сигналов. 9. Математическая модель объекта измерения. 10. Преобразование сигналов: линейное и нелинейное. 11. Преобразование сигналов: квантование и дискретизация. 12. Преобразование сигналов: модуляция и детектирование. 13. Преобразование сигналов динамическими звеньями. 14. Аналого-цифровое преобразование сигналов.
3	Методы и средства измерения физических величин	<ol style="list-style-type: none"> 15. Основные понятия теории измерений: цель измерения, объект измерения, метод измерения, средство измерения, результат измерения, погрешность результата измерения. 16. Общие методы измерений величин: метод отклонений, метод совпадений, дифференциальный метод, компенсационный метод, аналоговые методы, цифровые методы, непрерывные методы измерения, дискретные методы. 17. Классификация средств измерений: меры, компараторы, измерительные преобразователи, эталоны, измерительные приборы, установки, системы и ИВК.

		<p>18. Метрологические характеристики средств измерений: функция преобразования, чувствительность, порог чувствительности, цена деления шкалы, мера, диапазон измерений, вариация показаний, кодовые характеристики.</p> <p>19. Метрологические характеристики средств измерений: характеристики погрешности, динамические характеристики, характеристики взаимодействия с измеряемым объектом и с другими СИ, неинформативные параметры выходного сигнала.</p> <p>20. Измерительные преобразователи и их методы построения.</p> <p>21. Принципы устройства измерительных приборов.</p> <p>22. Государственная система приборов.</p>
4	Основы проектирования измерительных приборов	<p>23. Выбор измерительного преобразователя.</p> <p>24. Выбор метода измерения.</p> <p>25. Составление структурной схемы измерительного прибора.</p> <p>26. Принципы конструирования измерительных приборов.</p> <p>27. Расчет статических и динамических характеристик объекта проектирования.</p> <p>28. Оптимизация параметров объекта проектирования.</p>
5	Основы моделирования средств измерений	<p>29. Общая характеристика математических моделей средств измерений.</p> <p>30. Составление математической модели по структурной схеме.</p> <p>31. Составление математических моделей средств измерений на основании закона сохранения энергии</p> <p>32. Принцип Гамильтона и уравнения Лагранжа для составления математических моделей средств измерений</p> <p>33. Обобщенные координаты в связанных системах</p> <p>34. Метод аналогий для составления математических моделей средств измерений</p> <p>35. Обобщенные сопротивления и основные принципы согласования измерительных преобразователей</p> <p>36. Математические модели средств измерений- с учетом нелинейностей</p> <p>37. Математические модели средств измерений с дискретными элементами</p> <p>38. Математические модели средств измерений с переменными параметрами</p> <p>39. Математические модели средств измерений с распределенными параметрами</p> <p>40. Идентификация параметров средств измерений</p> <p>41. Общая характеристика методов анализа математических моделей средств измерений</p> <p>42. Точные методы анализа математических моделей средств измерений</p> <p>43. Линейные средства измерений с сосредоточенными параметрами</p> <p>44. Средства измерений с распределенными параметрами</p> <p>45. Средства измерений, содержащие дискретные элементы</p> <p>46. Средства измерений с переменными параметрами</p> <p>47. Приближенные методы анализа математических моделей средств измерений</p> <p>48. Линеаризация математических моделей</p> <p>49. Метод последовательных приближений</p> <p>50. Численные методы анализа математических моделей средств</p>

		<p>измерений</p> <p>51. Одноступенчатые численные методы решения дифференциальных уравнений и вычислительные схемы</p> <p>52. Анализ моделей, заданных в виде передаточной функции и структурной схемы</p> <p>53. Нелинейные средства измерений и средства измерений с переменными параметрами</p> <p>54. Представление описаний средств измерений в форме пространства состояний</p> <p>55. Характеристики основных типов линейных преобразователей.</p> <p>56. Динамические характеристики преобразователей первого порядка</p> <p>57. Динамические характеристики преобразователей второго порядка</p>
6	Снижение погрешностей измерительных приборов	<p>58. Классификация погрешностей средств измерений</p> <p>59. Основные нормируемые метрологические характеристики средств измерений</p> <p>60. Математические модели статических погрешностей</p> <p>61. Статические погрешности средств измерений и измерительных цепей.</p> <p>62. Анализ статических погрешностей средств измерений</p> <p>63. Суммирование случайных погрешностей</p> <p>64. Определение доверительных интервалов суммарной погрешности</p> <p>65. Динамические погрешности средств измерений и их причины.</p> <p>66. Анализ динамических погрешностей линейных средств измерений</p> <p>67. Динамические погрешности при измерении параметров случайных сигналов</p> <p>68. Измерительная информация и энтропийное значение погрешности</p> <p>69. Методы повышения точности и оптимизация параметров средств измерений</p> <p>70. Методы повышения точности средств измерений</p> <p>71. Принцип инвариантности в измерительной технике</p> <p>72. Структурные методы повышения точности средств измерений</p> <p>73. Оптимизация параметров и характеристик средств измерений</p>

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Для контроля текущей успеваемости составляются экзаменационные билеты, включающие 2 или три контрольных вопроса из разных тем табл. 5.2.1. Пример оформления и содержания экзаменационного билета:

БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. В.Г. ШУХОВА

Кафедра стандартизации и управления качеством

«ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОДУКЦИИ И КОНСТРУИРОВАНИЯ ПРИБОРОВ»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

- 1) Проектирование средств измерений. Структура процесса проектирования.
- 2) Основные понятия теории измерений: цель измерения, объект измерения, метод измерения, средство измерения, результат измерения, погрешность результата измерения.
- 3) Метод последовательных приближений

Одобрено на заседании кафедры « ____ » _____ 20__ г.

Зав. кафедрой _____ / к.т.н., проф., О.В. Пучка /

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачета, дифференцированного зачета при защите курсового проекта/работы используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Составлять проектную документацию для разных стадий проектирования
	Обосновывать выбор измерительных преобразователей и их согласование
	Обосновывать выбор метода измерения физических величин
	Составлять схемы измерения или контроля
	Составлять структурные схемы средств измерений
	Разрабатывать эскизные проекты средств измерений
Навыки	Навыки разработки моделей средств измерений
	Навыки анализа моделей средств измерений
	Навыки анализа и сокращения погрешностей измерения проектируемого средства измерений
	Навыки выполнения математических расчётов, связанных проектированием средств измерений

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю «Знания»:

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение составлять проектную документацию для разных стадий проектирования	Не умеет самостоятельно составлять проектную документацию для разных стадий проектирования	Умеет составлять проектную документацию для разных стадий проектирования с посторонней помощью, допускает погрешности.	Умеет самостоятельно составлять проектную документацию для разных стадий проектирования, допуская незначительные ошибки, которые сам может выявить и устранить.	Умеет самостоятельно безошибочно составлять проектную документацию для разных стадий проектирования.
Умение обосновывать выбор измерительных преобразователей и их согласование	Не умеет самостоятельно обосновывать выбор измерительных преобразователей и их согласование	Умеет обосновывать выбор измерительных преобразователей и их согласование с посторонней помощью, допускает погрешности.	Умеет самостоятельно обосновывать выбор измерительных преобразователей и их согласование, допуская незначительные ошибки, которые сам может выявить и устранить.	Умеет самостоятельно безошибочно обосновывать выбор измерительных преобразователей и их согласование.
Умение обосновывать выбор метода измерения физических величин	Не умеет самостоятельно обосновывать выбор метода измерения физических величин	Умеет обосновывать выбор метода измерения физических величин с посторонней помощью, допускает погрешности.	Умеет самостоятельно обосновывать выбор метода измерения физических величин, допуская незначительные ошибки, которые сам может выявить и устранить.	Умеет самостоятельно безошибочно обосновывать выбор метода измерения физических величин.
Умение составлять схемы измерения или контроля	Не умеет самостоятельно составлять схемы измерения или контроля	Умеет составлять схемы измерения или контроля с посторонней помощью, допускает погрешности.	Умеет самостоятельно составлять схемы измерения или контроля, допуская незначительные ошибки, которые сам может	Умеет самостоятельно безошибочно составлять схемы измерения или контроля.

			выявить и устранить.	
Умение составлять структурные схемы средств измерений	Не умеет самостоятельно составлять структурные схемы средств измерений	Умеет составлять структурные схемы средств измерений с посторонней помощью, допускает погрешности.	Умеет самостоятельно составлять проектную структурные схемы средств измерений, допуская незначительные ошибки, которые сам может выявить и устранить.	Умеет самостоятельно безошибочно составлять структурные схемы средств измерений.
Умение разрабатывать эскизные проекты средств измерений	Не умеет самостоятельно разрабатывать эскизные проекты средств измерений	Умеет разрабатывать эскизные проекты средств измерений с посторонней помощью, допускает погрешности.	Умеет самостоятельно разрабатывать эскизные проекты средств измерений, допуская незначительные ошибки, которые сам может выявить и устранить.	Умеет самостоятельно безошибочно разрабатывать эскизные проекты средств измерений.

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками разработки моделей средств измерений	Не обладает навыками разработки моделей средств измерений.	Обладает основными навыками разработки моделей средств измерений, допускает ошибки, использует постороннюю помощь.	Обладает навыками разработки моделей средств измерений, допуская незначительные погрешности.	Обладает навыками разработки моделей средств измерений.
Владение навыками анализа моделей средств измерений	Не обладает навыками анализа моделей средств измерений.	Обладает основными навыками анализа моделей средств измерений, допускает ошибки, использует постороннюю помощь.	Обладает навыками анализа моделей средств измерений, допуская незначительные погрешности.	Обладает навыками анализа моделей средств измерений.
Владение навыками анализа и	Не обладает навыками анализа и	Обладает основными навыками анализа	Обладает навыками анализа и	Обладает навыками анализа и сокращения

сокращения погрешностей измерения проектируемого средства измерений	сокращения погрешностей измерения проектируемого средства измерений.	и сокращения погрешностей измерения проектируемого средства измерений, допускает ошибки, использует постороннюю помощь.	сокращения погрешностей измерения проектируемого средства измерений, допуская незначительные погрешности.	погрешностей измерения проектируемого средства измерений.
Владение навыками выполнения математических расчётов, связанных проектированием средств измерений	Не обладает навыками выполнения математических расчётов, связанных проектированием средств измерений.	Обладает основными навыками выполнения математических расчётов, связанных проектированием средств измерений, допускает ошибки, использует постороннюю помощь.	Обладает навыками выполнения математических расчётов, связанных проектированием средств измерений, допуская незначительные погрешности.	Обладает навыками выполнения математических расчётов, связанных проектированием средств измерений.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы УК4 № 420	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, компьютер Оптиметр горизонтальный ИКГ 3; прибор контроля изделий на биение ПБ-250; наборы измерительных инструментов
2	Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы УК4 №327	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук
3	Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы УК4 №313	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, компьютер
4	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
6	Lazarus	Свободное ПО

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. **С.Н. Санин** Основы проектирования продукции: методические указания к выполнению *расчетно-графического задания* для студентов направления 27.03.01 – Стандартизация и метрология. Белгород: Изд-во БГТУ. – 2017 г., 20 с.
2. **С.Н. Санин** Основы проектирования продукции: методические указания к выполнению *лабораторных работ* для студентов направления 27.03.01 – Стандартизация и метрология. Белгород: Изд-во БГТУ. – 2018 г.
3. **С.Н. Санин** Основы проектирования продукции: методические указания к *практическим занятиям* для студентов направления 27.03.01 – Стандартизация и метрология. Белгород: Изд-во БГТУ. – 2017 г.
4. Щепетов А.Г. Основы проектирования приборов и систем : учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / А. Г. Щепетов. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 368 с. – (Сер. Бакалавриат).
5. Шишмарёв В.Ю. Основы проектирования приборов и систем: учебник для бакалавров / В. Ю. Шишмарёв. – М. : Издательство Юрайт, 2011. – 343 с. – Серия : Бакалавр.
6. Кревченко Ю.Р. Основы проектирования приборов и систем: учеб. пособие / Юж. - Рос. гос. техн. ун-т – Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2006. – 72с.
7. Проектирование приборов, систем и измерительно-вычислительных комплексов: конспект лекций для студентов специальности 20010365 / сост. В. Н. Шивринский. – Ульяновск: УлГТУ, 2009. – 116 с.
8. Таланчук П.М., Рущенко В.Т. Основы теории и проектирования измерительных приборов: Учеб. пособие. – К.: Выща школа. Головное изд-во, 1989. – 454 с.: ил.
9. Каратаев О.Р. Основы проектирования [Электронный ресурс]: учебное пособие/ О.Р. Каратаев, Д.А. Хамидуллина— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016.— 124 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62525.html>.— ЭБС «IPRbooks».
10. Лоцманенко В.В., Кочегаров Б.Е. Проектирование и конструирование (основы): Учебное пособие. - Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2004. - 96 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://window.edu.ru/resource/635/36635/files/dvgtu03.pdf>.
11. Иванов М.Н. Детали машин: Учеб. для втузов /Под ред. В. А. Финогенова — 6-е изд.,перераб.. — М.: Высш.шк., 2007. — 382 с.: ил.

Перечень дополнительной литературы

1. Автоматизация измерений, контроля и испытаний, методические указания к выполнению расчётно-графического задания для студентов направления 27.03.01 – «Стандартизация и метрология»/ сост. С.Н. Санин. – Белгород:

Изд-во БГТУ, 2016., – 29 с.

2. С.Н. Санин Автоматизация измерений, контроля и испытаний: Методические указания к выполнению расчётно-графического задания для студентов направления 27.03.01 – Стандартизация и метрология – Белгород: Изд-во БГТУ, 2018. – 29 с. – [Электронный ресурс: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2018031212314995000000654576>]
3. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин: Учеб. для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 640 с.
4. [Дунаев П.Ф.](#), [Леликов О.П.](#) Детали машин. Курсовое проектирование. Учебное пособие. - М.: Машиностроение, изд. 5-е перераб.и доп., 2004.-560 с.
5. Анурьев [В.И.](#) Справочник конструктора - машиностроителя: В 3-х томах/ под ред. [И.Н. Жестковой](#) - М.: Машиностроение, изд. 9-е перераб.и доп., 2006.- 2850 с.
6. Киркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Расчет и проектирование деталей машин.- Харьков: Основа. 1991.- 276 с.
7. Латышенко, К.П. Автоматизация измерений, испытаний и контроля / К.П. Латышенко. - М.: МГУИЭ, 2012. - 312 с.
8. Парахуда Р.Н., Шевцов В.И. Автоматизация измерений и контроля: Письменные лекции. - СПб.: СЗТУ, 2002. - 75 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/490/40490/files/145.pdf>.
9. Латышенко К.П. Автоматизация измерений, испытаний и контроля [Электронный ресурс]: учебное пособие/ К.П. Латышенко - Электрон. текстовые данные. - Саратов: Вузовское образование, 2013. - 307 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20390.html>. - ЭБС «IPRbooks».
10. Новицкий П.В. Оценка погрешностей результатов измерений / П.В.Новицкий, И. А. Зограф. 2-е изд., перераб. И доп. – Л.: Энергоатомиздат. Ленинград. Отделение, 1991. – 304 с.
11. Ратхор Т. С. Цифровые измерения. Методы и схемотехника / Т. С. Ратхор: М.: Техносфера, 2004. – 376 с.
12. Измерения в промышленности. Справ. изд. В 3-х кн. Кн. 1. Теоретические основы. Пер. с нем / Под ред. Профоса П. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1990. – 492 с.очник-транслятор. – М.: Издательский центр «Наука и техника», 1997.
13. Латышенко, К.П. Автоматизация измерений, контроля и испытаний. Курсовое проектирование / К.П. Латышенко, В.В. Головин. - М.: МГУИЭ, 2011. - 196 с.
14. Латышенко К.П. Автоматизация измерений, контроля и испытаний [Электронный ресурс]: курсовое проектирование/ К.П. Латышенко, В.В. Головин - Электрон. текстовые данные. - Саратов: Вузовское образование, 2013. - 166 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20391.html>. - ЭБС «IPRbooks».
15. Корнев Е.А. Схемотехника цифровых, аналого-цифровых и цифро-аналоговых устройств: Учебное пособие. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. - 106 с. [Электронный ресурс: <http://window.edu.ru/resource/245/19245/files/metod556.pdf>].
16. Раннев Г.Г. Методы и средства измерений: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования/ Г.Г. Раннев, А.П. Тарасенко. – 6-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 336 с.

17. Куликовский К.Л., Купер В.Я. Методы и средства измерений. М.: Энергоатомиздат, 1986. 322 с.
18. Бикулов А.М. Методы и средства измерений [Электронный ресурс]: учебное пособие для поверителей средств теплотехнических и физико-химических измерений/ А.М. Бикулов - Электрон. текстовые данные. - М.: Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2006. - 132 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44250.html>. - ЭБС «IPRbooks».
19. Ермаков А.С. Современные технологии контроля и измерений [Электронный ресурс]: учебно-практическое пособие/ А.С. Ермаков - Электрон. текстовые данные. - М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. - 96 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60831.html>. - ЭБС «IPRbooks».
20. Санин С.Н. Методы и средства измерений и контроля. Методические указания к выполнению курсового проекта для студентов на-правления 27.03.01 – Стандартизация и метрология – Белгород: Изд-во БГТУ, 2018. – 17 с.
21. Раннев Г.Г.: Информационно-измерительная техника и технологии - М.:Высшая школа. 2001. 454 с.
22. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.2. М.: Астрель. 2001. 496 с.
23. Мейзда Ф. Электронные измерительные приборы и методы измерений. М.: Мир, 1990. 536 с.
24. Измерение электрических и неэлектрических величин: Учеб. Пособие / Н.Н. Евтихийев и др. М.: Энергоатомиздат, 1990. 352 с.
25. Основы метрологии и электрические измерения: Учебник для вузов / Под ред. Е. М. Душина. Л.: Энергоатомиздат, 1987. 480 с.
26. Малиновский В.Н., Демидова, Панферова Р.М., Евланов Ю.Н. и др. Электрические измерения: Учебное пособие для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1985. 286 с.
27. Спектор С.А. Электрические измерения физических величин (методы измерений). Л.: Энергоатомиздат, 1987. 318 с.
28. Тиль Р. Электрические измерения неэлектрических величин. - М.: Энергоиздат, 1987. 286 с.
29. Клаасен К.Б. Основы измерений. Электронные методы и приборы измерительной техники / К.Б. Клаасен. – М., 2000. – 352 с.
30. Аксенова И.К., Мельников А.А. Основы конструирования радиоэлектронных приборов: Учебник. - М.: Высш. шк., 1986. - 176 с. 72
31. Основы метрологии и электрические измерения: Учебник для вузов. Под ред. Е.М. Душина. - Л.: Энергоатомиздат, 1987. - 480 с.
32. Измерение электрических и неэлектрических величин: Учеб. пособие для вузов. Под общ. ред. Н.Н. Евтихьева. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 352 с.
33. Гурвич И.С. Защита ЭВМ от внешних помех. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 224 с.
34. Фрумкин Г.Д. Расчет и конструирование радиоэлектронной аппаратуры. Учеб. пособие. - М.: Высш. шк., 1985. - 287 с.
35. Орнатский П.П. Теоретические основы информационно - измерительной техники. - К.: Выща шк., 1983. - 504 с.
36. Князев А.Д., Кечиев Л.Н., Петров Б.В. Конструирование радиоэлектронной и электронновычислительной аппаратуры с учетом электромагнитной совмести-

мости. - М.: Радио и связь, 1989. - 224 с.

37. Наугольнов О.А., Кучеров В.А. Основы САПР средств измерений: Учеб. пособие / Юж. – Рос. гос. техн. ун-т. Новочеркасск: ЮРГТУ, 2002. – 67с.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Электронно-библиотечная система БГТУ им. В.Г. Шухова: <http://elib.bstu.ru>.
2. Электронно-библиотечная система: <http://www.iprbookshop.ru>.
3. Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru>.
4. Электронно-библиотечная система ТГТУ: <http://www.tstu.ru>.

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ³

Рабочая программа утверждена на 2021 /2022 учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями⁴

Протокол № _____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО

³ Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

⁴ Нужно подчеркнуть