

КОНТРОЛЬНЫЙ  
ЭКЗЕМПЛЯР

Учреждение образования  
«Белорусский государственный педагогический университет  
имени Максима Танка»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
И.И. Василец

« 21 »



Регистрационный № УТБ 2023-149-2023 уч.

## МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Учебная программа по учебной дисциплине  
для специальности

- 6-05-0113-04 Физико-математическое образование (математика и физика);
- 6-05-0113-04 Физико-математическое образование (физика и информатика)

2023 г.



## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Освоение будущими преподавателями физики современных основ физических измерений и методов обработки полученных результатов направлено на повышение уровня их подготовки к профессиональной деятельности по обучению молодого поколения. Универсальность физических знаний и практических умений заключается в том, что они обеспечивают успешность решения многих профессиональных проблем и задач, к которым относятся: умение преподнести теоретический материал, убедительно провести демонстрацию физического явления, организовать и осуществить физический эксперимент, с соответствующей точностью обработать данные эксперимента, провести анализ результатов и сделать при этом правильные выводы. Для четкости формулирования базовых положений по различным разделам физики с обоснованием за счет привлечения оценочных расчетов требуется привлечение знаний не только в области практической метрологии, но и способности к графическому отображению данных, экстраполиванию, интерполированию ожидаемых результатов, что формируется в совокупности за счет усвоения материала дисциплин по кафедрам «Математики и методики преподавания математики», «Информатики и методики преподавания информатики». Дисциплины «Высшая алгебра», «Математический анализ», «Современные компьютерные технологии», «Компьютерная графика и мультимедиа» в сочетании с дисциплиной методы обработки результатов измерений являются основой для формирования грамотного физика-педагога. Перечисленный комплекс усвоенных знаний будет способствовать профессиональному росту, развитию творческого потенциала, становлению карьеры, развитию компетентности и формированию личного имиджа учителя физики.

**Целью** учебной дисциплины «Методы обработки результатов измерений» является подготовка студентов к выполнению и обработке результатов демонстрационных и лабораторных экспериментов по всем дисциплинам физического цикла.

**Задачи** учебной дисциплины:

- подготовка учителя физики для учреждений, обеспечивающих получение среднего образования;
- ознакомление студентов с типами измерений, видами погрешностей, приемами вычислений, методами обработки результатов измерений;
- формирование у студентов измерительных умений в ходе выполнения лабораторных работ и совершенствование логических умений по проведению анализа и интерпретации полученных результатов.
- получение навыков самостоятельной работы как со стандартным заводским оборудованием, приборами, так и изготовленными для определенных конкретных целей механизмами, конструкциями.

**Место учебной дисциплины** в системе подготовки специалиста и связь с другими учебными дисциплинами.

Дисциплина «Методы обработки результатов измерений» входит в компонент дисциплин модуля «Механика». Она строится на принципах координации по линии межпредметных связей с учебными дисциплинами: «Кинематика и статика» и «Динамика». Современная физика использует обширный математический аппарат, включающий методы математического анализа и теории функций. Наиболее тесной является связь с дисциплиной «Математический анализ».

### **Требования к освоению учебной дисциплины**

Учебная программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта общего высшего образования по специальности 6-05-0113-04 Физико-математическое образование.

Требования к уровню усвоения содержания учебной дисциплины определены образовательным стандартом высшего педагогического образования первой ступени по циклу общепрофессиональных и специальных дисциплин, в котором указаны общенаучные умения, система предметных знаний и комплекс предметных умений.

В результате изучения дисциплины студент должен

#### **знать:**

- виды измерений физических величин и оценок их погрешностей;
- законы распределения погрешностей физических измерений;
- методы и алгоритмы обработки результатов прямых, косвенных и совместных измерений.

#### **уметь:**

- округлять, обрабатывать и интерпретировать результаты измерений физических величин;
- использовать методы оценки погрешностей измерений;
- использовать программные средства общего и специального назначения в сфере физического образования.

#### **владеть:**

- методами обработки результатов измерений;
- приемами вычислений;
- измерительными умениями в ходе выполнения лабораторных работ;
- логическими умениями по проведению анализа и интерпретации полученных результатов;
- алгоритмами математической обработки результатов измерений.

Освоение учебной дисциплины «Методы обработки результатов измерений» должно обеспечить формирование базовой профессиональной компетенции БПК–12: Использовать методы и средства проведения измерений и обработки результатов физических экспериментов и основные законы механики для решения экспериментальных, расчетных и исследовательских задач, рассматриваемых на базовом и профильном уровнях обучения физике в учреждениях, обеспечивающих получение общего среднего образования

(математика и физика); БПК–14: Использовать методы и средства проведения измерений и обработки результатов физических экспериментов и основные законы механики для решения экспериментальных, расчетных и исследовательских задач, рассматриваемых на базовом и профильном уровнях обучения физике в учреждениях, обеспечивающих получение общего среднего образования (физика и информатика).

В рамках образовательного процесса по учебной дисциплине «Методы обработки результатов измерений» студент должен приобрести не только теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

Форма получения образования – очная. Учебная дисциплина изучается на 1 курсе в 1 семестре. На изучение учебной дисциплины «Методы обработки результатов измерений» отведено 108 часов, из них – 54 аудиторных. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 6 часов, лабораторные занятия – 48 часов.

В процессе реализации учебной программы особое место должна занимать организация учебно-исследовательской работы студентов. Эта работа должна органично включаться в образовательный процесс в сочетании со всеми видами учебных занятий.

Рекомендуемая форма текущей аттестации – зачет.

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

**1. Измерения. Типы измерений и их погрешности.** Физические измерения. Цели и задачи измерений. Виды измерений. Погрешности измерений и их причины. Систематические и случайные погрешности. Промахи. Виды оценок погрешностей. Вероятность случайного события. Вероятностные оценки. Классификация случайных ошибок. Законы распределения ошибок. Определение доверительного интервала и доверительной вероятности. Распределение Гауса. Распределение Стюдента. Связь между оценками разных видов. Запись результатов измерений с оценкой погрешности.

**2. Подготовка исходных данных для математической обработки результатов измерений. Приемы вычислений.** Состав исходных данных. Оценка погрешности отсчета. Оценка инструментальных погрешностей. Полный учет систематических погрешностей. Основные правила вычислений. Точные и приближенные числа. Формы записи приближенных чисел. Правила округления. Округление погрешности и результата измерений.

**3. Физические приборы и их точность.** Виды средств измерений. Типы шкал отсчета. Дополнительные шкалы-нониусы. Изучение штангенциркуля. Изучение микрометра. Оценка погрешности отсчета. Оценка инструментальных погрешностей. Класс точности прибора. Калькулятор. Электронные таблицы. Персональный компьютер.

**4. Методы обработки результатов прямых измерений.** Оценка результатов прямых измерений. Оценка погрешностей прямых измерений. Нахождение среднего арифметического. Определение стандартного отклонения. Определение доверительного интервала. Алгоритм проведения математической обработки результатов прямых измерений. Алгоритм устранения промахов. Калькулятор. Электронные таблицы. Персональный компьютер.

**5. Методы обработки результатов косвенных измерений.** Общая характеристика методов. Метод границ. Метод границ погрешностей (дифференциальный). Статистический метод обработки результатов. Алгоритм проведения математической обработки результатов косвенных измерений.

**6. Методы обработки результатов совместных измерений.** Совместные измерения и алгоритм проведения математической обработки их результатов. Графический метод. Правила построения графиков и методика обработки экспериментальных результатов. Метод наименьших квадратов.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия, перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов			Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Формы контроля знаний
		Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа студента			
1	2	3	5	6	7	8	9
	<b>Методы обработки результатов измерений</b>	<b>6</b>	<b>48</b>	<b>54</b>			
<b>1.</b>	<b>Измерения. Типы измерений и их погрешности</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>4</b>			
1.1.	Физические измерения. Цели и задачи измерений. Виды измерений. Погрешности измерений и их причины. Систематические и случайные погрешности. Промехи. Виды оценок погрешностей. Вероятность случайного события.	2			1. Презентация материала темы. 2. Лекция 1. 3. Материалы на электронных носителях.	[1, 2, 3]	1. Блиц-опрос по теме.
1.2.	Вероятностные оценки. Классификация случайных ошибок. Законы распределения ошибок. Определение доверительного интервала и доверительной вероятности. Распределение Гауса. Распределение Стюдента. Связь между оценками разных		4	4(лаб)	1. Лекция 1. 2. Материалы на электронных носителях.	[1, 2, 3] [1] Упр.1 №№ 1,4,5,6,9,10. №№ 11,12,14-17.	1. Письменный тематический контроль. 2. Отчет о выполнении заданий по СРС. 3. Письменный отчет с

	видов. Запись результата измерений с оценкой погрешности.						решениями не менее 7 заданий.
<b>2.</b>	<b>Подготовка исходных данных для математической обработки результатов измерений. Приемы вычислений</b>		<b>6</b>	<b>10</b>			
2.1.	Состав исходных данных. Оценка погрешности отсчета. Оценка инструментальных погрешностей.		2	2(лаб)	1.Лекция 1. 2.Материалы на электронных носителях.	[1 ,2, 3] [1] Упр.2 №№ 6-10,13-15.	1.Письменный тематический контроль. 2.Контроль ведения рабочих тетрадей. 3.Письменный отчет с решениями не менее 7 заданий
2.2.	Полный учет систематических погрешностей. Основные правила вычислений.			4(лаб)	1.Лекция 1. 2.Материалы на электронных носителях.	[1 ,2, 3] [1] Упр.2 №№ 1,2,5,11,12. Упр.3 №№ 11-16,18-20.	1.Письменный тематический контроль. 2.Письменный отчет с решениями не менее 7 заданий.
2.3.	Точные и приближенные числа. Формы записи приближенных чисел. Правила округления. Округление погрешности и результата измерений.		4	4(лаб)	1.Лекция 1. 2.Материалы на электронных носителях.	[1 ,2, 3] [1] Упр.3 №№1-10. Упр.4 №№ 1-6.	1.Письменный тематический контроль. 2.Контроль ведения рабочих тетрадей. 3. Письменный отчет с решениями не менее 8 заданий
<b>3.</b>	<b>Физические приборы и их точность</b>		<b>8</b>	<b>8</b>			

3.1.	Виды средств измерений. Типы шкал отсчета. Оценка погрешности отсчета.		2	2(лаб)	1.Лекция 1. 2.Материалы на электронных носителях.	[1 ,2, 3] [1] Упр.4 №№ 7-14. №№ 15-19.	1.Письменный тематический контроль. 2.Контроль ведения рабочих тетрадей. 3. Письменный отчет с решениями не менее 5 заданий.
3.2.	Дополнительные шкалы-нониусы. Изучение штангенциркуля. Изучение микрометра.		4	4(лаб)	1.Материалы на электронных носителях. 2.Штангенцикуль 3. Микрометры 4. Инструкции по работе с измерительными приборами	[1 ,2, 3] [1] Упр.6 №№1-7. №№ 8-10.	1.Письменный тематический контроль. 3. Письменный отчет с решениями не менее 3 заданий.
3.3.	Оценка инструментальных погрешностей. Класс точности прибора.		2	2(лаб)	1. Лекция 1. 2.Материалы на электронных носителях.	[1 ,2, 3] [1] Упр.4 №№20-26. №№27-32.	1.Письменный тематический контроль. 2.Контроль ведения рабочих тетрадей. 3. Письменный отчет с решениями не менее 5 заданий.
<b>4.</b>	<b>Методы обработки результатов прямых измерений</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>14</b>			
4.1.	Оценка результатов прямых измерений. Оценка погрешностей прямых измерений. Нахождение среднего арифметического. Определение стандартного отклонения. Определение доверительного интервала. Алгоритм проведения математической обработки результатов прямых измерений. Алгоритм устранения промахов.	2		2(лк)	1. Презентация материала темы. 2.Лекция 2. 3.Материалы на электронных носителях.	[1 ,2, 3]	1. Блиц-опрос по теме. 2.Отчет о выполнении заданий по СРС.
4.2.	Оценка погрешностей прямых измерений.		2	2(лаб)	1.Лекция 2.	[1 ,2, 3]	1. Экспресс-

	Нахождение среднего арифметического. Определение стандартного отклонения. Определение доверительного интервала.				2.Материалы на электронных носителях.	[1] Упр.4 №№33-39. №№ 40-44.	тест. 2.Отчет о выполнении заданий по СРС. 3.Письменный отчет с решениями не менее 5 задач.
4.3.	Алгоритм проведения математической обработки результатов прямых измерений. Алгоритм устранения промахов. Калькулятор. Электронные таблицы. Персональный компьютер.		4	4(лаб)	1.Лекция 2. 2.Материалы на электронных носителях.	[1 ,2, 3] [1] Упр.4 №№45-50,56-59. №№51-55, 60-64.	1. Экспресс-тест. 2.Отчет о выполнении заданий по СРС. 3.Письменный отчет с решениями не менее 5 задач.
4.4.	Лабораторная работа №1.1 «Измерение времени соударения шаров. Статистический метод оценки случайных погрешностей»		4	4(лаб)	1. Инструкция к лабораторной работе № 1.1. 2. Оборудование к лабораторной работе №1.1.	[2] с.5-12.	1.Контрольный допуск к лабораторной работе. 2.Контроль ведения рабочих тетрадей. 3.Контроль выполнения самостоятельной работы во время аудиторных занятий.
4.5.	Оформление отчета по лабораторной работе №1.1		2	2(лаб)	Микрокалькуляторы, компьютеры.	[2] с.5-12.	Предоставление отчета о выполнении лабораторной работы.
<b>5.</b>	<b>Методы обработки результатов косвенных измерений</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>10</b>			

5.1.	Общая характеристика методов. Метод границ. Метод границ погрешностей (дифференциальный). Статистический метод обработки результатов. Алгоритм проведения математической обработки результатов косвенных измерений.	1		2(л)	1. Презентация материала темы. 2. Лекция 3. 3. Материалы на электронных носителях.	[1, 2, 3]	1. Блиц-опрос по теме. 2. Отчет о выполнении заданий по СРС.
5.2.	Метод границ. Метод границ погрешностей (дифференциальный). Статистический метод обработки результатов. Алгоритм проведения математической обработки результатов косвенных измерений.		4	4(лаб)	1. Лекция 3. 2. Материалы на электронных носителях.	[1, 2, 3] [1] Упр. 7 №№ 1-9. №№ 10-17.	1. Экспресс-тест. 2. Отчет о выполнении заданий по СРС. 3. Письменный отчет с решениями не менее 5 задач.
5.3.	Лабораторная работа №1.2 «Определение линейных размеров и объемов тел. Обработка результатов измерений»		4	2(лаб)	1. Инструкция к лабораторной работе № 1.2. 2. Оборудование к лабораторной работе № 1.2.	[2] с. 12-20.	1. Контрольный допуск к лабораторной работе. 2. Контроль ведения рабочих тетрадей. 3. Контроль выполнения самостоятельной работы во время аудиторных занятий.
5.4.	Оформление отчета по лабораторной работе №1.2		2	2(лаб)	Микрокалькуляторы, компьютеры.	[2] с. 12-20.	Предоставление отчета о выполнении лабораторной работы.
<b>6.</b>	<b>Методы обработки результатов совместных измерений</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>8</b>			
6.1.	Совместные измерения и алгоритм	1		2(л)	1. Презентация материала темы.	[1, 2, 3]	1. Блиц-опрос по теме.

	проведения математической обработки их результатов. Графический метод. Правила построения графиков и методика обработки экспериментальных результатов. Метод наименьших квадратов.				2.Лекция 3. 3. Демонстрации		2.Отчет о выполнении заданий по СРС.
6.2.	Графический метод. Правила построения графиков и методика обработки экспериментальных результатов. Метод наименьших квадратов.		2	2(лаб)	1.Лекция 3. 2.Материалы на электронных носителях.	[1 ,2, 3] [1] Упр.8 №№ 1-6. №№ 7-10.	1. Экспресс-тест 2.Отчет о выполнении заданий по СРС. 3.Письменный отчет с решениями не менее 4 задач.
6.3.	Лабораторная работа №1.3 «Исследование зависимостей $T(l)$ и $A(t)$ математического маятника».		4	2(лаб)	1. Инструкция к лабораторной работе № 1.3. 2. Оборудование к лабораторной работе №1.3.	[2] с.20-27.	1.Контрольный допуск к лабораторной работе. 2.Контроль ведения рабочих тетрадей. 3.Контроль выполнения самостоятельной работы во время аудиторных занятий.
	Оформление отчета по лабораторной работе №1.3		2	2(лаб)	Микрокалькуляторы, компьютеры.	[2] с.20-27.	Предоставление отчета о выполнении лабораторной работы.
<b>Итого</b>		<b>6</b>	<b>48</b>	<b>54</b>			<b>Зачет</b>

**ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ****ЛИТЕРАТУРА****Основная литература**

1. Методы обработки результатов измерений [Электронный ресурс] : учеб.-метод. комплекс для специальности 1-02 05 02 «Физика и информатика» / сост.: В. А. Соболев, К. А. Саечников // Репозиторий БГПУ. – Режим доступа: <http://elib.bspu.by/handle/doc/44443>. – Дата доступа: 30.03.2023.
2. Общая физика. Практикум [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студентов вузов / В. А. Бондарь [и др.] // Репозиторий БГПУ. – Режим доступа: <http://elib.bspu.by/handle/doc/7419>. – Дата доступа: 30.03.2023.
3. Яковенко, В. А. Общая физика. Механика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. А. Яковенко, Г. А. Заборовский, С. В. Яковенко // Репозиторий БГПУ. – Режим доступа: <http://elib.bspu.by/handle/doc/7420>. – Дата доступа: 30.03.2023.

**Дополнительная литература**

1. Желонкина, Т. П. Введение в физпрактикум : практ. рук. / Т. П. Желонкина, С. А. Лукашевич ; Гомел. гос. ун-т. – Гомель : ГГУ, 2019. – 35 с.
2. Забароўскі, Г. А. Метады апрацоўкі вынікаў вымярэнняў : вучэб.-метад. дапам. / Г. А. Забароўскі, Я. С. Кудзін, У. А. Якавенка. – Мінск : Беларус. дзярж. пед. ун-т, 2001. – 82 с.
3. Зайдель, А. Н. Ошибки измерений физических величин : учеб. пособие / А. Н. Зайдель. – М. : Лань, 2009. – 112 с.
4. Кембровский, Г. С. Приближенные вычисления и методы обработки результатов измерений в физике : метод. пособие / Г. С. Кембровский. – Минск : Университетское, 1997. – 189 с.
5. Соболев, В. Р. Общая физика : учеб. пособие для студентов вузов / В. Р. Соболев, В. А. Яковенко. – Минск : Выш. шк., 2015. – 383 с.
6. Школьный физический эксперимент : практикум / И. М. Елисева [и др.]. – Минск : Белорус. гос. пед. ун-т, 2015. – 96 с.

## РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ФОРМЫ И МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ

Для освоения данной учебной дисциплины предусмотрены следующие формы работы: лекции, лабораторные занятия, самостоятельное изучение материала.

На лекциях излагается теоретический материал учебной дисциплины. Особое внимание следует уделять демонстрационному эксперименту в процессе чтения лекций, что подчеркивает практическую направленность изучаемого материала. Лабораторные занятия должны быть рассчитаны на приобретение студентами навыков самостоятельной работы с физическими приборами и оборудованием. Они должны быть организованы таким образом, чтобы студенты ясно представляли сущность исследуемых физических явлений и законов, понимали методику измерений, умели пользоваться приборами, могли провести расчеты измеряемых величин, осмысливать полученные результаты, оценивать их точность.

Методика их организации и проведения должна способствовать развитию креативных способностей каждого студента и приобретению ими навыков самостоятельной работы.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Целями самостоятельной работы студентов являются:

- активизация учебно-познавательной деятельности обучающихся;
- формирование у обучающихся умений и навыков самостоятельного приобретения и обобщения знаний;
- формирование у обучающихся умений и навыков самостоятельного применения знаний на практике;

Самостоятельная работа выполняется по заданию и при методическом руководстве лица из числа профессорско-преподавательского состава и контролируется на определенном этапе обучения.

Текущий контроль осуществляется в ходе выполнения и защиты лабораторных работ, теоретических и практических заданий для самостоятельной проработки. Самостоятельная работа студента методически организуется путем выполнения домашних заданий по материалу, пройденному на лекционных и лабораторных занятиях.

Особое внимание необходимо обращать на организацию индивидуальной работы студента под руководством преподавателя. Эта работа должна проводиться с учетом индивидуальных особенностей каждого студента с помощью системы индивидуальных заданий.

Самостоятельная работа студентов проводится в объеме, предусмотренном учебным планом.

## ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

№ п/п	Название темы, раздела	Кол-во часов на СРС	Задание	Форма выполнения
		<b>4</b>		
1.	Вероятностные оценки. Классификация случайных ошибок. Законы распределения ошибок. Определение доверительного интервала и доверительной вероятности. Распределение Гауса. Распределение Стюдента. Связь между оценками разных видов. Запись результата измерений с оценкой погрешности.	4	[1 ,2, 3] [1] Упр.1 №№ 11,12,14-17.	1.Экспресс-тесты по темам занятий 2.Опросы по темам занятий. 3. Письменный отчет с решениями не менее 4 заданий.
		<b>10</b>		
2.	Состав исходных данных. Оценка погрешности отсчета. Оценка инструментальных погрешностей.	2	[1 ,2, 3] Материалы на электронных носителях. Домашние задания [1] Упр.2 №№ 1,2,5,11,12.	1.Экспресс-тесты по темам занятий 2. Письменный отчет с решениями не менее 7 заданий.
3.	Полный учет систематических погрешностей. Основные правила вычислений.	4	[1 ,2, 3] Материалы на электронных носителях. Домашние задания [1] Упр.3 №№ 11-16,18-20.	1.Экспресс-тесты по темам занятий 2. Письменный отчет с решениями не менее 7 заданий.
4.	Точные и приближенные числа. Формы записи приближенных чисел. Правила округления. Округление погрешности и результата измерений.	4	[1 ,2, 3] Материалы на электронных носителях. Домашние задания [1] Упр.3 Упр.4 №№ 1-6.	1.Экспресс-тесты по темам занятий 2. Письменный отчет с решениями не менее 4 заданий.
		<b>8</b>		
5.	Виды средств измерений. Типы шкал отсчета. Оценка погрешности отсчета.	2	[1 ,2, 3] Материалы на электронных носителях. Домашние задания [1] Упр.4 №№ 15-19.	1.Опросы по темам занятий. 2. Письменный отчет с решениями не менее 3 заданий.

6.	Дополнительные шкалы-нониусы. Изучение штангенциркуля. Изучение микрометра.	4	[1, 2, 3] Материалы на электронных носителях. Домашние задания [1] Упр.6 №№ 8-10.	1.Опросы по темам занятий. 2. Письменный отчет с решениями не менее 3 заданий.
7.	Оценка инструментальных погрешностей. Класс точности прибора.	2	[1, 2, 3] Материалы на электронных носителях. Домашние задания [1] Упр.4 №№ 27-32.	1.Опросы по темам занятий. 2. Письменный отчет с решениями не менее 4 заданий.
		<b>14</b>		
8.	Оценка результатов прямых измерений. Оценка погрешностей прямых измерений. Нахождение среднего арифметического. Определение стандартного отклонения. Определение доверительного интервала. Алгоритм проведения математической обработки результатов прямых измерений. Алгоритм устранения промахов.	2	[1, 2, 3]. Материалы на электронных носителях.	1.Опросы по темам занятий.
9.	Оценка погрешностей прямых измерений. Нахождение среднего арифметического. Определение стандартного отклонения. Определение доверительного интервала.	2	[1, 2, 3]. Материалы на электронных носителях. Домашние задания [1] Упр.4 №№ 40-44.	1.Опросы по темам занятий. 2. Письменный отчет с решениями не менее 4 заданий.
10.	Алгоритм проведения математической обработки результатов прямых измерений. Алгоритм устранения промахов. Калькулятор. Электронные таблицы. Персональный компьютер.	4	[1, 2, 3]. Материалы на электронных носителях. Домашние задания [1] Упр.4 №№ 51-55.	1.Опросы по темам занятий. 2. Письменный отчет с решениями не менее 4 заданий.
11.	Лабораторная работа №1.1 «Измерение времени соударения шаров. Статистический метод оценки случайных погрешностей».	4	[1, 2, 3]. Материалы на электронных носителях. Домашние задания [2] с. 5-12	1. Допуск к лабораторной работе. 2. Опросы по темам занятий.
12.	Оформление отчетов по лабораторной	2	[1, 2, 3]. Материалы на электронных носителях.	1. Опросы по темам занятий.

	работе.		Домашние задания [1] Упр.4 №№ 60-64.	2. Письменный отчет с решениями не менее 4 заданий. 3. Отчет о выполнении лабораторной работы.
		<b>10</b>		
13.	Общая характеристика методов. Метод границ. Метод границ погрешностей (дифференциальный). Статистический метод обработки результатов. Алгоритм проведения математической обработки результатов косвенных измерений.	2	[1, 2, 3]. Материалы на электронных носителях.	Опросы по темам занятий.
14.	Метод границ погрешностей (дифференциальный). Статистический метод обработки результатов. Алгоритм проведения математической обработки результатов косвенных измерений.	4	[1, 2, 3]. Материалы на электронных носителях. Домашние задания [1] Упр.7 №№10-17.	1. Опросы по темам занятий. 2. Письменный отчет с решениями не менее 4 задач.
15.	Лабораторная работа №1.2 «Определение линейных размеров и объемов тел. Обработка результатов измерений». Оформление отчетов по лабораторной работе.	2	[1, 2, 3]. Материалы на электронных носителях. [2] с. 12-20.	1. Допуск к лабораторной работе. 2. Опросы по темам занятий.
16.	Оформление отчетов по лабораторной работе.	2	[1, 2, 3]. Материалы на электронных носителях.	1. Опросы по темам занятий. 2. Отчет о выполнении лабораторной работы.
		<b>8</b>		
17.	Совместные измерения и алгоритм проведения математической обработки их результатов. Графический метод. Правила построения графиков и методика обработки экспериментальных	2	[1, 2, 3]. Материалы на электронных носителях.	Опросы по темам занятий.

	результатов. Метод наименьших квадратов.			
18.	Графический метод. Правила построения графиков и методика обработки экспериментальных результатов. Метод наименьших квадратов.	2	[1, 2, 3]. Материалы на электронных носителях. Домашние задания [1] Упр.7 №№ 10-17.	1. Опросы по темам занятий. 2. Письменный отчет с решениями не менее 4 задач.
19.	Лабораторная работа №1.3 «Исследование зависимостей $T(l)$ и $A(t)$ математического маятника».	2	[1, 2, 3]. Материалы на электронных носителях. [2] с. 20-27.	1. Допуск к лабораторной работе. 2. Опросы по темам занятий.
20.	Оформление отчетов по лабораторной работе.	2	[1, 2, 3]. Материалы на электронных носителях.	1. Опросы по темам занятий. 2. Отчет о выполнении лабораторной работы.
<b>Итого</b>		<b>54</b>		

## **ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ**

Основными средствами диагностики усвоения знаний, умений и овладения необходимыми навыками по учебной дисциплине являются:

– фронтальный опрос на лекционных занятиях, направлен на систематизацию знаний студентов, определение уровня готовности аудитории к восприятию нового материала, а также на формирование у преподавателя представление об усвоении студентами основополагающих понятий и законов изучаемой учебной дисциплины;

– проверка практических заданий, выполняемых на лабораторных занятиях, представляет собой диагностику систематичности подготовки студентов к занятиям и уровня усвоения ими практико-ориентированного содержания программного материала учебной дисциплины;

– групповые и индивидуальные консультации студентов, которые предназначены для диагностики уровня овладения знаниями, умениями и навыками, устранения возможных ошибок, пробелов в знаниях студентов;

– самостоятельные работы используются для определения индивидуальных особенностей, темпа продвижения студентов и усвоения ими необходимых знаний;

– компьютерное тестирование позволяет быстро провести диагностику усвоения студентами учебного материала как по отдельным темам и разделам учебной дисциплины, так и по учебной дисциплине в целом.

## **КРИТЕРИИ ОЦЕНОК РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Формой текущей аттестации учебным планом предусмотрен зачет в 1 семестре. Итоговый результат формируется на основе документа «Правила проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования (Постановление Министерства образования Республики Беларусь № 53 от 29.05.2012 г.)».

## ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ

1. Физические измерения. Цели и задачи измерений. Виды измерений. Погрешности измерений и их причины.
2. Систематические и случайные погрешности. Промахи. Виды оценок погрешностей. Вероятность случайного события.
3. Вероятностные оценки. Классификация случайных ошибок. Законы распределения ошибок. Определение доверительного интервала и доверительной вероятности.
4. Распределение Гауса. Распределение Стюдента. Связь между оценками разных видов. Запись результатов измерений с оценкой погрешности.
5. Состав исходных данных. Оценка погрешности отсчета.
6. Оценка инструментальных погрешностей. Полный учет систематических погрешностей. Основные правила вычислений.
7. Точные и приближенные числа. Формы записи приближенных чисел. Правила округления. Округление погрешности и результата измерений.
8. Виды средств измерений. Типы шкал отсчета. Дополнительные шкалы-нониусы.
9. Штангенциркуль. Микрометр. Оценка погрешности отсчета штангенциркуля и микрометра. Оценка инструментальных погрешностей.
10. Класс точности прибора.
11. Калькулятор. Электронные таблицы. Персональный компьютер.
12. Оценка результатов прямых измерений. Оценка погрешностей прямых измерений.
13. Нахождение среднего арифметического. Определение стандартного отклонения. Определение доверительного интервала.
14. Алгоритм проведения математической обработки результатов прямых измерений.
15. Алгоритм устранения промахов. Калькулятор. Электронные таблицы. Персональный компьютер.
16. Общая характеристика методов косвенных измерений.
17. Метод границ.
18. Метод границ погрешностей (дифференциальный).
19. Статистический метод обработки результатов.
20. Алгоритм проведения математической обработки результатов косвенных измерений.
21. Совместные измерения и алгоритм проведения математической обработки их результатов.
22. Графический метод обработки экспериментальных результатов совместных измерений.
23. Правила построения графиков.
24. Методика обработки экспериментальных результатов совместных измерений графическим методом.
25. Метод наименьших квадратов.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ**  
по учебной дисциплине  
«Методы обработки результатов измерений»

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Математический анализ	Кафедра математики и методики преподавания математики	С содержанием данной учебной дисциплины согласуются, замечаний и предложений нет	Протокол № 7 от 28. 02. 2023 г.
Кинематика и статика	Кафедра физики и методики преподавания физики	С содержанием данной учебной дисциплины согласуются, замечаний и предложений нет	Протокол № 7 от 28. 02. 2023 г.
Динамика	Кафедра физики и методики преподавания физики	С содержанием данной учебной дисциплины согласуются, замечаний и предложений нет	Протокол № 7 от 28. 02. 2023 г.