


МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Актуализировано:
на заседании кафедры
протокол № 8 от « 16 » июня 2017 г.

Согласовано:
Председатель УМК института

Зав. кафедрой  / Балапанов М.Х.

 / Балапанов М.Х.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ОБЩИЙ ФИЗПРАКТИКУМ, раздел «ФП Механика»

(наименование дисциплины)

Б1.Б.09.01, базовая часть

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

программа бакалавриата

Направление подготовки

03.03.02 Физика

(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность подготовки

Физика Земли и планет

(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация

Бакалавр


(указывается квалификация)

Разработчики (составители)

к.ф.-м.н., доцент кафедры общей физики
(должность, ученая степень, ученое звание)

к.ф.-м.н., доцент кафедры общей физики
(должность, ученая степень, ученое звание)

 / Абдуллин А.У.

 / Гирфанова Ф.М.
(подпись, Фамилия И.О.)

Для приема: 2015

Уфа 2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

1.	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (с ориентацией на карты компетенций).	4
2.	Место дисциплины в структуре образовательной программы.	6
3.	Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) Приложение № 1	6 (23)
4.	Фонд оценочных средств по дисциплине	7
4.1.	Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах информирования, описание шкал оценивания	7
4.2.	Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	10
4.3.	Рейтинг-план дисциплины (Приложение № 2)	17(29)
5.	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	17
5.1.	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.	17
5.2.	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины.	18
6.	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	19

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

Цель освоения дисциплины «Общий физпрактикум» раздел «ФП Механика»: приобретение студентами фундаментальных знаний в области классической общей физики.

В соответствии с указанной целью должны быть решены **следующие задачи:**

- изучение основ механики и фундаментальных законов;
- изучение и экспериментальная проверка законов классической механики;
- формирование навыков экспериментальных исследований, работа с экспериментальными установками;
- изучение теории погрешности и применение при обработке результатов измерений.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

ОПК-3. способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач;

ПК-3 готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований

ПК-4 способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин

В таблице 1 приведены основные элементы ЗУН (знания-умения-навыки) с распределением их по развиваемым компетенциям.

Табл. 1

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	1.знать теоретические основы, основные понятия, законы механики, методов теоретических и экспериментальных исследований в физике.	ОПК-3	
	Знать: 1.основные теоретические и экспериментальные методы исследования физических процессов и законов; 2.фундаментальные понятия, терминологию теории, перевод физических величин из одной системы единиц в основную систему СИ, принцип работы экспериментальных приборов;	ПК-3	
	Знать: основные экспериментальные методы	ПК-4	

	исследования физических процессов и законов механики;		
Умения	Уметь: понимать, излагать и критически анализировать базовую общезначимую информацию. Пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики.	ОПК3	
	Уметь: 1. производить отбор экспериментальных методов, аппаратуры, методик измерений, наиболее адекватных для решения конкретных прикладных задач; 2. применять основные методы исследования физических процессов и законов; 3. осуществлять анализ и интерпретацию результатов исследования.	ПК-3	
	Уметь: 1. производить отбор экспериментальных методов, аппаратуры, методик измерений, наиболее адекватных для решения конкретных прикладных задач; 2. применять основные методы исследования физических процессов и законов; 3. осуществлять анализ и интерпретацию результатов исследования.	ПК-4	
Владения (навыки / опыт деятельности)	Владеть: физическими и математическими методами обработки и анализа информации в области общей физики.	ОПК-3	
	Владеть: знаниями по теории и методам физических исследований	ПК-3	
	Владеть: знаниями и умениями, полученными при освоении профильных физических дисциплин, использование приборного фонда и экспериментальных установок	ПК-4	

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина Общий физпрактикум «ФП Механика» является базовой и входит в раздел «Б2.Б.3.» (профессиональный цикл) ФГОС-3 по направлению подготовки 030302 «Физика».

Данная дисциплина предназначена для студентов направления 030302 «Физика». Дисциплина ФП Механика входит в модуль «Общий физпрактикум» и является неотъемлемой частью дисциплины «Общая физика», которая также как и дисциплина «Общий физпрактикум» делится на 6 разделов: «Механика», «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм», «Оптика», «Атомная физика» и «Физика ядра и элементарных частиц».

Особенностью дисциплины «Механика» в курсе общей физики является то, что это первый раздел общей физики, изучаемый студентами после поступления в вуз. По традиции первая лекция, прослушанная студентами в их новой alma mater – это лекция по механике. Этот раздел можно считать базовым для последующего изучения почти всех физических дисциплин общей и теоретической физики.

С механикой по количеству тем можно сравнить только электричество и магнетизм. Поэтому часть материала (до 15%) рекомендуется для самостоятельного изучения. Это требует развития у студентов навыков самостоятельного изучения литературы, в т.ч. электронной, а также использования интернет-ресурсов. Использование справочников и интернета необходимо и для формирования элементарной математической культуры. В частности, студентам рекомендуется сайт «математические уравнения» (<http://eqworld.ipmnet.ru>), который можно использовать как для ликвидации пробелов в школьном математическом образовании, так и для освоения новых разделов (например, дифференциальные уравнения).

Для освоения данной дисциплины необходим определенный уровень школьных знаний по физике и математике и знания и умения из параллельно осваиваемых разделов высшей математики – математического анализа, алгебры и аналитической геометрии.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) Приложение № 1

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

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

Код и формулировка компетенции ОПК-3

– способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
Первый этап (знания)	Знать: теоретические основы, основные понятия, законы и модели механики, методов теоретических и экспериментальных исследований в физике.	Студент не знает или знает с грубыми ошибками: теоретические основы, основные понятия, законы и модели механики, методов теоретических и экспериментальных исследований в физике.	Студент знает или знает с незначительными ошибками: теоретические основы, основные понятия, законы и модели механики, методов теоретических и экспериментальных исследований в физике.
Второй этап (умения)	Уметь: понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики.	Студент не умеет или умеет с грубыми ошибками: понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики.	Студент умеет или умеет с незначительными ошибками: понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики.

Третий этап (владение навыками)	Владеть: физическими и математическими методами обработки и анализа информации в области общей физики.	Студент не владеет или владеет с грубыми ошибками: физическими и математическими методами обработки и анализа информации в области общей физики.	Студент владеет или владеет с незначительными ошибками: физическими и математическими методами обработки и анализа информации в области общей физики.
---------------------------------	--	--	---

Код и формулировка компетенции ПК-3

– готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований.

Этап (уровень освоения компетенции)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
		Студент набрал от 0 –до 59 баллов	Студент набрал от 60 – до 100 баллов
Первый этап (знания)	Знать: теорию и методы физических исследований.	Студент не знает или знает с грубыми ошибками: теорию и методы физических исследований.	Студент знает или знает с незначительными ошибками: теорию и методы физических исследований.
Второй этап (умения)	Уметь: применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований.	Студент не умеет или умеет с грубыми ошибками: применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований.	Студент умеет или умеет с незначительными ошибками: применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований.
Третий этап (владение навыками)	Владеть: навыками применения на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований.	Студент не владеет или владеет с грубыми ошибками: навыками применения на практике профессиональные	Студент владеет или владеет с незначительными ошибками: навыками применения на практике

		знания теории и методов физических исследований.	профессиональные знания теории и методов физических исследований.
--	--	--	---

Код и формулировка компетенции ПК-4

– способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин.

Этап (уровень освоения компетенции)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
Первый этап (знания)	Знать: теоретические основы физических методов исследования.	Студент не знает или знает с грубыми ошибками: теоретические основы физических методов исследования.	Студент знает или знает с незначительными ошибками: теоретические основы физических методов исследования.
Второй этап (умения)	Уметь: использовать возможности современных методов физических исследований для решения физических задач.	Студент не умеет или умеет с грубыми ошибками: использовать возможности современных методов физических исследований для решения физических задач.	Студент умеет или умеет с незначительными ошибками: использовать возможности современных методов физических исследований для решения физических задач.
Третий этап (владение навыками)	Владеть: теоретическими знаниями физических и математических методов исследования, обработки и анализа	Студент не владеет или владеет с грубыми ошибками: теоретическими знаниями физических и математических методов	Студент владеет или владеет с незначительными ошибками: теоретическими знаниями физических и математических

объектов исследований; практическими навыками применения физических и математических методов исследования, обработки и анализа объектов исследований.	исследования, обработки и анализа объектов исследований; практическими навыками применения физических и математических методов исследования, обработки и анализа объектов исследований.	методов исследования, обработки и анализа объектов исследований; практическими навыками применения физических и математических методов исследования, обработки и анализа объектов исследований.
---	---	---

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

Этапы освоения	Результаты обучения	Компет енция	Оценочные средства
1-й этап Знания	Знать: теоретические основы, основные понятия, законы и модели механики, методы теоретических и экспериментальных исследований в физике.	ОПК-3	Проверка на соответствие требованиям обработки результатов измерений и оформления отчета. Защита лабораторной работы (устный опрос).
	Знать: теорию и методы физических исследований.	ПК-3	
	Знать: теоретические основы физических методов исследования.	ПК-4	
2-й этап Умения	Уметь: понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики.	ОПК-3	Проверка на соответствие требованиям обработки результатов измерений и оформления отчета. Защита лабораторной
	Уметь: применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований.	ПК-3	

	Уметь: использовать возможности современных методов физических исследований для решения физических задач.	ПК-4	работы (устный опрос).
3-й этап Владеть навыкам и	Владеть: физическими и математическими методами обработки и анализа информации в области общей физики.	ОПК-3	Проверка на соответствие требованиям обработки результатов измерений и оформления отчета. Защита лабораторной работы (устный опрос).
	Владеть: навыками применения на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований.	ПК-3	
	Владеть: теоретическими знаниями физических и математических методов исследования, обработки и анализа объектов исследований; практическими навыками применения физических и математических методов исследования, обработки и анализа объектов исследований.	ПК-4	

Лабораторные работы

Структура лабораторных работ

Студент выполняет за отведенное время по учебному плану минимум 12 лабораторных работ. Учебно-методические пособия в лаборатории по каждой лабораторной работе имеется. На выполнение одной лабораторной работы студент должен потратить не менее 4 часов и не более 6 часов аудиторной работы. Под выполнением лабораторной работы понимается: получение допуска к измерениям (наличие конспекта в тетради и знание устройства и принципа работы лабораторной установки); выполнение измерений; выполнение письменного отчета в тетради, защита лабораторной работы (ответы на вопросы в конце учебно-методического пособия).

Тематика лабораторных работ

Механика (л.204)

№1	Измерение линейных размеров тел. Вычисление объёма.
№2	Изучение законов кинематики и динамики поступательного движение твердого тела на машине Атвуда.
№3	Изучение динамики вращательного движения твердого тела.
№4	Определение момента инерции тел и проверка теоремы Гюйгенса-Штейнера.
№5	Определение коэффициентов трения скольжения и трения качения с помощью наклонного маятника.

№6	Изучение упругих характеристик материалов.
№7	Движения маятника Максвелла.
№8	Изучение прецессии Гироскопа.
№9	Изучение Гироскопа.
№10	Изучение закона сохранения Импульса.
№11	Проверка закона сохранения импульса при соударении шаров.
№12	Определение ускорения свободного падения с помощью математического и физического маятников.
№13	Определение ускорения силы тяжести с помощью математического и физического маятников.
№14	Определение коэффициентов трения скольжения и трения качения.
№15	Изучение крутильного Баллистического маятника
№16	Изучение собственных колебаний сосредоточенной системы.
№17	Изучение Биений.
№18	Изучение колебаний связанных систем.
№19	Маятник Максвелла.
№20	Измерение скорости звука в воздухе методом сложения взаимно-перпендикулярных колебаний.
№22	Определение Модуля Юнга и Модуля Сдвига

Образец выполнения обработки результатов измерений и оформления отчета
(на примере лабораторной работы №1 по механике)

1. Обработка результатов прямых измерений

1. Результаты измерений записать в таблицу 1:

Таблица 1.

№ п/п	x_i (мм)	Δx_i (мм)	$(\Delta x_i)^2$ (мм) ²	y_i (мм)	Δy_i (мм)	$(\Delta y_i)^2$ (мм) ²	z_i (мм)	Δz_i (мм)	$(\Delta z_i)^2$ (мм) ²
1	8	0,6	0,36	12	0,2	0,04	35	0,4	0,16
2	9	-0,4	0,16	12	0,2	0,04	36	-0,6	0,36
3	8	0,6	0,36	13	-0,8	0,64	36	-0,6	0,36
4	9	-0,4	0,16	12	0,2	0,04	35	0,4	0,16
5	9	-0,4	0,16	12	0,2	0,04	35	0,4	0,16
Ср. знач.	8,6	0	$\Sigma=1,2$	12,2	0	$\Sigma=0,8$	35,4	0	$\Sigma=1,2$

2. Вычислить среднее значение из n измерений:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\bar{x} = \frac{8+9+8+9+9}{5} = \frac{43}{5} = 8,6 \text{ мм};$$

$$\bar{y} = \frac{12+12+13+12+12}{5} = \frac{61}{5} = 12,2 \text{ мм};$$

$$\bar{z} = \frac{35+36+36+35+35}{5} = \frac{177}{5} = 35,4 \text{ мм}.$$

Результаты средних значений записать в таблицу 1.

3. Найти погрешности отдельных измерений:

$$\Delta x_1 = 8,6 - 8 = 0,6 \text{ мм};$$

$$\Delta x_2 = 8,6 - 9 = -0,4 \text{ мм};$$

$$\Delta x_3 = 8,6 - 8 = 0,6 \text{ мм};$$

$$\Delta x_4 = 8,6 - 9 = -0,4 \text{ мм};$$

$$\Delta x_5 = 8,6 - 9 = -0,4 \text{ мм}.$$

Аналогично определяем Δy_i , Δz_i . Результаты заносим в таблицу 1.

4. Вычислить квадраты погрешностей отдельных измерений $(\Delta x_i)^2$, $(\Delta y_i)^2$, $(\Delta z_i)^2$:

$$(\Delta x_1)^2 = (0,6)^2 = 0,36 \text{ мм}^2;$$

$$(\Delta x_2)^2 = (-0,4)^2 = 0,16 \text{ мм}^2;$$

$$(\Delta x_3)^2 = (0,6)^2 = 0,36 \text{ мм}^2;$$

$$(\Delta x_4)^2 = (-0,4)^2 = 0,16 \text{ мм}^2;$$

$$(\Delta x_5)^2 = (-0,4)^2 = 0,16 \text{ мм}^2.$$

Аналогично определяем $(\Delta y_i)^2$, $(\Delta z_i)^2$. Результаты заносим в таблицу 1.

5. Найти сумму квадратов погрешностей отдельных измерений:

$$\sum_{i=1}^5 (\Delta x_i)^2 = 0,36 + 0,16 + 0,36 + 0,16 + 0,16 = 1,2 \text{ мм}^2;$$

$$\sum_{i=1}^5 (\Delta y_i)^2 = 0,04 + 0,04 + 0,64 + 0,04 + 0,04 = 0,8 \text{ мм}^2;$$

$$\sum_{i=1}^5 (\Delta z_i)^2 = 0,16 + 0,36 + 0,36 + 0,16 + 0,16 = 1,2 \text{ мм}^2.$$

Значения записать в таблицу 1.

6. Определить выборочную дисперсию среднего арифметического:

$$S_{\bar{x}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\Delta x_i)^2}{n(n-1)}$$

$$S_{\bar{x}}^2 = \frac{1,2}{20} = 0,06;$$

$$S_{\bar{y}}^2 = \frac{0,8}{20} = 0,04;$$

$$S_{\bar{z}}^2 = \frac{1,2}{20} = 0,06.$$

1. 7. Задать значение доверительной вероятности $\alpha = 0,95$.

8. Определить по таблице 2 значения коэффициентов Стьюдента (при $n = 5$ и $n = \infty$ измерениях $t_{\alpha, n} = 2,8$ и $t_{\alpha\infty} = 2,0$).

9. Найти доверительный интервал (абсолютную погрешность измерения) по формуле:

$$\Delta x = \sqrt{S_{\bar{x}}^2 (t_{\alpha n})^2 + \left(\frac{t_{\alpha\infty}}{3}\right)^2} \cdot \delta^2,$$

где δ – приборная погрешность (для линейки она равна $\delta = 0,5$).

Таблица 2

	Значение α							
n	0,5	0,7	0,8	0,9	0,95	0,98	0,99	0,999
2	1	2	3,1	6,3	12,7	31,8	63,7	636,6
3	0,82	1,3	1,9	2,9	4,1	7,0	9,9	31,6
4	0,77	1,3	1,6	2,9	3,2	4,5	5,8	12,9
5	0,74	1,2	1,5	2,1	2,8	3,7	4,6	8,6

6	0,73	1,2	1,5	2,0	2,6	3,4	4,0	6,9
7	0,72	1,1	1,4	1,9	2,4	3,1	3,7	6,0
8	0,71	1,1	1,4	1,9	2,4	3,0	3,5	5,4
9	0,71	1,1	1,4	1,9	2,3	2,9	3,4	5,0
10	0,70	1,1	1,4	1,8	2,3	1,8	3,3	4,8
11	0,70	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	3,2	4,6
12	0,70	1,1	1,4	1,8	2,2	2,7	3,1	4,5
13	0,70	1,1	1,4	1,8	2,2	2,7	3,1	4,3
14	0,70	1,1	1,4	1,8	2,2	2,7	3,0	4,2
15	0,70	1,1	1,4	1,8	2,1	2,6	3,0	4,1
∞	0,70	1,1	1,4	1,6	2,0	2,3	2,6	3,3

$$\Delta x = \sqrt{0,06 \cdot (2,8)^2 + \left(\frac{2}{3}\right)^2 \cdot (0,5)^2} = \sqrt{0,47 + 0,11} = \sqrt{0,58} = 0,8 \text{ мм};$$

$$\Delta y = \sqrt{0,04 \cdot (2,8)^2 + \left(\frac{2}{3}\right)^2 \cdot (0,5)^2} = \sqrt{0,31 + 0,11} = \sqrt{0,42} = 0,7 \text{ мм};$$

$$\Delta z = \sqrt{0,06 \cdot (2,8)^2 + \left(\frac{2}{3}\right)^2 \cdot (0,5)^2} = \sqrt{0,47 + 0,11} = \sqrt{0,58} = 0,8 \text{ мм}.$$

2.

3. 10. Оценить относительную погрешность измерения:

$$\varepsilon_x = \frac{\Delta x}{\bar{x}}; \quad \varepsilon_x = \frac{0,76}{8,6} = 0,088; \quad \varepsilon_y = \frac{0,65}{12,2} = 0,053; \quad \varepsilon_z = \frac{0,76}{35,4} = 0,021.$$

4.

5. 11. Окончательный результат записать в виде:

$$6. \quad x = (\bar{x} \pm \Delta x) \text{ мм}; \quad x = (8,6 \pm 0,8) \text{ мм}; \quad y = (12,2 \pm 0,7) \text{ мм}; \quad z = (35,4 \pm 0,8) \text{ мм}.$$

7. 2. Обработка результатов косвенных измерений

8. (на примере определения объема тела)

9. Для косвенных измерений предлагается следующий порядок обработки результатов:

10. 1. Вычисляется среднее значение функции: ($\bar{U} = f(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}, \dots)$).

11. 2. Для каждой конкретной лабораторной работы выводится формула косвенной погрешности:

$$12. \quad \Delta U = \sqrt{\left(\frac{\partial U}{\partial x} \Delta x\right)^2 + \left(\frac{\partial U}{\partial y} \Delta y\right)^2 + \left(\frac{\partial U}{\partial z} \Delta z\right)^2 + \dots}$$

$$13. \quad \text{где } \frac{\partial U}{\partial x}, \frac{\partial U}{\partial y}, \frac{\partial U}{\partial z},$$

частные производные по одной переменной x, y, z соответственно, другие переменные при этом считаются постоянными величинами. В большинстве случаев удобнее пользоваться формулой для относительной погрешности:

$$14. \quad \varepsilon_U = \frac{\Delta U}{\bar{U}} = \frac{\sqrt{\left(\frac{\partial U}{\partial x} \Delta x\right)^2 + \left(\frac{\partial U}{\partial y} \Delta y\right)^2 + \left(\frac{\partial U}{\partial z} \Delta z\right)^2 + \dots}}{\bar{U}} = \sqrt{\left(\frac{\frac{\partial U}{\partial x} \Delta x}{\bar{U}}\right)^2 + \left(\frac{\frac{\partial U}{\partial y} \Delta y}{\bar{U}}\right)^2 + \left(\frac{\frac{\partial U}{\partial z} \Delta z}{\bar{U}}\right)^2 + \dots}$$

15. 3. Вычислив \bar{U} и ε_U , нужно найти абсолютную погрешность:

$$16. \quad \Delta U = \varepsilon_V \cdot \bar{U}.$$

17. 4. Окончательный результат записывается в виде: $U = \bar{U} \pm \Delta U$.

18. Выше были даны общие формулы, которые будут использованы в дальнейшем при обработке результатов косвенных измерений. Ниже показан пример обработки результатов косвенных измерений.

19. 1. Найти среднее значение объема тела:

$$20. \quad \bar{V} = \bar{x} \cdot \bar{y} \cdot \bar{z}$$

$$21. \quad \bar{V} = 8,6 \cdot 12,2 \cdot 35,4 = 3714,17 \text{ мм}^3$$

22. 2. Найти относительную погрешность ε_V объема:

$$\varepsilon_V = \sqrt{\left(\frac{\Delta x}{\bar{x}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta y}{\bar{y}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta z}{\bar{z}}\right)^2} = \sqrt{\varepsilon_x^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_z^2};$$

$$23. \quad \varepsilon_V = \sqrt{(0,088)^2 + (0,053)^2 + (0,021)^2} = \sqrt{0,0077 + 0,0028 + 0,00044} = 0,10.$$

24. 3. Определить абсолютную погрешность определения объема тела:

$$\Delta V = \bar{V} \cdot \varepsilon_V;$$

$$25. \quad \Delta V = 3714,17 \cdot 0,10 = 371,4 \text{ мм}^3.$$

Результат измерений представляет собой приближенное число, точность которого определяется погрешностью. Приближенное число принято записывать так, чтобы погрешность последней цифры не превышала десяти единиц соответствующего разряда.

При такой записи все цифры числа, кроме последней, будут верными. Последняя цифра числа называется сомнительной, все цифры правее сомнительной – неверными. В приближенном числе сохраняют одну неверную цифру. Например, если результат измерений равен 1,2763, а абсолютная погрешность – 0,02, то окончательный результат будет $(1,28 \pm 0,02)$, где отброшены две неверные цифры, оставлены две верные и одна сомнительная.

4. Округлить результаты измерений и записать окончательный результат:

$$26. \quad V = (\bar{V} \pm \Delta V), \quad V = (3714,2 \pm 371,4) \text{ мм}^3. \quad \varepsilon_V = \frac{\Delta V}{V} \cdot 100\%, \quad \varepsilon_V = 10\%.$$

27. После завершения обработки результатов прямых и косвенных измерений, исходя из цели лабораторной работы и анализа полученных результатов, пишется вывод.

Критерии оценки (в баллах):

– **2 балла** выставляется студенту, если отчет выполнен по всем требованиям, аккуратно и без ошибок;

– **1 балл** выставляется студенту, если отчет выполнен по требованиям, но неаккуратно и допущены ошибки;

– **0 баллов** выставляется студенту, если отчет не выполнен.

Вопросы для устного опроса (защиты лабораторных работ)

1. Система материальных точек. Внутренние и внешние силы. Закон сохранения импульса изолированной системы.

2. Работа силы. Связь работы и энергии. Мощность. Закон сохранения механической энергии. Превращение энергии из одного вида в другой.
3. Примеры. Кинетическая энергия поступательного движения. Потенциальная энергия упруго деформированного тела.
4. Потенциальная энергия в однородном поле силы тяжести.
5. Абсолютно упругий и абсолютно неупругий удары (столкновения).
6. Превращение энергии в процессе столкновения. Законы сохранения энергии и импульса. Связь между скоростями соударяющихся тел до и после удара.
7. Убыль механической энергии в неупругом ударе.
8. Понятие абсолютно твердого тела. Поступательное, вращательное и плоскопараллельное движения твердого тела. Связь между угловой и линейной скоростями точек твердого тела.
9. Центр инерции твердого тела. Связь координат и масс точек твердого тела в системе координат, связанной с центром масс. Координаты центра инерции.
10. Закон движения центра инерции твердого тела.
11. Момент силы. Закон динамики вращения тела вокруг неподвижной оси.
12. Момент инерции.
13. Момент импульса. Уравнение моментов (относительно оси). Закон сохранения момента импульса.
- Момент импульса и момент силы относительно точки. Уравнение моментов (относительно точки).
14. Кинетическая энергия вращающегося тела. Работа по повороту твердого тела.
15. Аналогия между поступательным движением материальной точки и вращательным движением твердого тела.
16. Момент инерции. Вычисление моментов инерции тел (на примере моментов инерции цилиндра, кольца и тонкого кольца, стержня и шара).
17. Момент инерции. Теорема Гюйгенса-Штейнера.
- Момент импульса относительно точки. Связь между моментом импульса относительно точки и угловой скоростью вращения твердого тела. Тензор инерции.
18. Теорема о главных осях. Диагонализация тензора инерции. Главные моменты инерции твердого тела.
19. Связь момента инерции твердого тела относительно произвольной оси, проходящей через центр масс, с тензором инерции относительно системы координат, связанной с центром масс.
20. Гироскопы. Гироскоп под действием сил (приближенная теория). Прецессия гироскопа. Гироскопические силы. Нутации

Критерии оценки (в баллах):

- **18-20 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на вопросы, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы;
- **13-17 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных

понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности;

– **7-12 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос;

– **1-6 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

4.3. Рейтинг-план дисциплины (Приложение № 2)

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература.

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т. I Механика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012 // Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online».
2. Трофимова Т.И. Курс физики: Учеб. пособие для вузов. – 7-е изд., 2012.
3. Методические указания к лабораторным работам. // Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online».

Дополнительная литература:

1. Савельев И.Д. Курс общей физики., т.3. Молекулярная физика и термодинамика. – СПб.: Лань, 2011 // Электронно-библиотечная система издательства «Лань».
2. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. М.: Мир и образование, 2014
3. Иродов И.Е. Физика макросистем – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010 // Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»
4. Кикоин А.К., Кикоин И.К. Молекулярная физика. - СПб.: Лань, 2008 Лань, 2014 // Электронно-библиотечная система издательства «Лань».

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

1. Электронная библиотечная система. ЭБ БашГУ. – Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ. Авторизованный доступ по паролю из

любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. – <https://elib.bashedu.ru/>

2. Электронная библиотечная система .Университетская библиотека онлайн. – Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. – <https://biblioclub.ru/>

3. Электронная библиотечная система издательства .Лань. – Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. – <https://e.lanbook.com/>

4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ — Справочно-поисковый аппарат библиотеки. Включает в себя систему каталогов и картотек, справочно-библиографический фонд. — <http://www.bashlib.ru/catalogi/>

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

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	2	3	4
учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа /общий физпрактикум/ (физмат корпус – учебное)	Лабораторные работы	Лабораторные установки и измерительные приборы в лаборатории механики л.204 (перечень приведен в справке МТО ниже)	1. Windows 8 Russian. Windows Professional 1 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г.2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014
Читальный зал №1 (главный корпус)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.	1. Windows 8 Russian. Windows Professional 1 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г.2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014
Читальный зал №2 (физмат корпус- учебное)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.	1. Windows 8 Russian. Windows Professional 1 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г.2. Microsoft Office

			Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014
--	--	--	--

**Справка
о материально-техническом обеспечении основной образовательной программы высшего образования – программы специалитета**

п/п	Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с учебным планом	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1..	«Общий фипрактикум», Раздел «ФП Механика»	Лаборатория По техническому обеспечению учебного процесса, к.605 г (физмат корпус – учебное)	Станок токарный ТВ-16; Станок сверлильный НС-Ш; Осциллограф С1-67; Паяльная аппаратура; Весы аналитические Labof; Весы лабораторные; Шкаф с набором вспомогательного материала (резисторов, конденсаторов, предохранителей и т.д) Набор инструментов для ремонта оборудования.	1. Windows 8 Russian. Windows Professiona l 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014
		учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа /общий физпрактикум/, л.204 «Лаборатория механики» (физмат корпус – учебное)	Установка лаборат. «Модуль Юнга и модуль сдвига» ФМ19 (с электронным блоком ФМШ-1) Установка лаборат. «Гироскоп» ФМ18 (с электронным блоком ФМШ-1) Установка лаборат. «Соударение шаров» ФМ17 (с электронным блоком ФМШ-1) Установка лаборат. «Маятник универсальный» ФМ13 (с электронным блоком ФМШ-1) Установка лаборат. «Маятник Максвелла»	11. Windows 8 Russian. Windows Professiona l 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014

		<p>ФМ12 (с электронным блоком ФМШ-1) Установка лаборат. «Машина Атвуда» ФМ11 (с электронным блоком ФМШ-1) Установка лаборат. «Маятник наклонный» ФМ16 Установка лаборат. «Унифилярный подвес с пушкой» ФМ15 (с электронным блоком ФМШ-1) Установка лаборат. «Маятник Обербека» ФМ14 (с электронным блоком ФМШ-1) Установка лаборат. «Крутильный баллистический маятник с миллисекундомером» ФПМ-09 Установка лаборат. «Маятник Обербека» ФПМ-06 с набором грузов и миллисекундомером Установка лаборат. «Гироскоп» ФПМ-10 Оборудование к ЛР №6 «Изучение упругих характеристик материалов»: прибор для определения удлинения проволоки, осветитель с полупрозрачной миллиметровой шкалой, крутильный маятник Оборудование к ЛР №4 «Определение моментов инерции тел и проверка теоремы Гюйгенса-Штейнера»: трифилярный подвес, два цилиндра Оборудование к ЛР №16 «Изучение собственных колебаний сосредоточенной системы»: штатив, набор пружин и грузов Оборудование к ЛР №17 «Изучение биений»: установка для изучения колебаний в связанной системе с двумя математическими маятниками Оборудование к ЛР №20 «Измерение скорости звука в воздухе методом сложения взаимно-перпендикулярных колебаний»: звуковой генератор ГЗ-18, осциллограф С1-1, оптическая скамья,</p>
--	--	---

		<p>микрофон, динамик Центрифуга К-24 Стулья -43 45 шт. Табуретки-6 8 шт. Лаб. столы 120*50*76-28 шт. Столы 2тумбовый 130*57*74-1шт. 3 шт. Стол преп.полиров. 140*65*70-1 шт. Сервант 150*40*155-1 шт. Шкаф книжный 88*42*182-3 шт. Шкаф мет.с замком 50*50*68-1 шт. Доска ауд.-1 шт. инв.2101067122 Штангенциркуль ШЦ- 125-0,1 Штангенциркуль 150 мм. Микрометр гладкий 0,01 мм.МК 75 -15 шт. Микрометр МК 25 кл.1ГУ - 10 шт. Термометр спиртовой-1 шт. Системный блок Intel(R) Celeron(R) CPU 2,53ГГц 1,74Гб ОЗУ ЖК-монитор Samsung S20A300B Системный блок Intel(R) Celeron(R) CPU 2,80ГГц 704Мб ОЗУ ЖК-монитор LG Flatron L1942P Клавиатура – 2 шт.</p>	
--	--	---	--

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
 ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «ФП Механика» на 1 семестр

(наименование дисциплины)

дневная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3 / 108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	72.2
лабораторных	72
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	36
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	0

Форма(ы) контроля:
 зачет первый семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах) Кол-во часов аудиторной работы		Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам	Задания по самостоятельной работе студентов с указанием литературы, номеров задач	Форма контроля самостоятельной работы студентов (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	8
1.	<u>Введение.</u> Предмет физики. Модельный характер физических представлений. Экспериментальный метод физики. Физические величины и их измерение. Системы единиц физических величин. Теория погрешностей и обработка измерений	8	4	Основ. литер. 1. §§1-4. 2. Введение. 3. Введение, §§ 86-88. Доп. литер. 1. Гл.2 (§§ 1-2), гл.3 (§§1-7)	Методические указания к лабораторной работе	Защита лабораторной работы
2	<u>Кинематика материальной точки.</u> Способы описания движения. Описание движения в координатной форме. Описание движения в векторной форме. Описание движения с помощью параметров траектории. Вектор перемещения. Линейная скорость и линейное ускорение. Движение точки по криволинейной траектории. Разложение полного ускорения на тангенциальную и нормальную составляющие. Элементарное угловое перемещение как вектор. Введение векторов угловой скорости и углового ускорения. Связь между линейными и угловыми кинематическими величинами. Границы применимости классического способа описания	8	4		Методические указания к лабораторной работе	Защита лабораторной работы

	движения.					
3	<u>Волны в сплошной среде и элементы акустики.</u> Бегущие волны. Уравнение бегущей волны. Скорость распространения продольных упругих возмущений в стержнях. Скорость распространения поперечных возмущений в натянутом шнуре. Гармоническая бегущая волна. Звуковые волны. Скорость распространения звука в жидкостях и газах. Источники звука. Резонаторы	8			Методическое указание к лабораторной работе	Защита лабораторной работы № 20
4.	<u>Динамика материальной точки.</u> Законы Ньютона. Силы и взаимодействия. I закон Ньютона. Масса как мера инертности. Аддитивность и закон сохранения массы. Импульс. Импульс силы. Различные формулировки II закона Ньютона. III закон Ньютона и закон сохранения. Приведенная масса.	4	4		Методические указания к лабораторной работе	Защита лабораторной работы № 10
5	<u>Движение тел при наличии трения.</u> Диссипативные силы. Сухое трение. Сила трения покоя. Закон Амонтона. Трение скольжения. Закон Кулона и границы его применимости. Явление застоя. Явление заноса. Силы, возникающие при качении. Сила трения качения. Механизм возникновения. Неупругие деформации тела и поверхности. Момент силы трения качения.	8	4 4	Основ. литер. 1. §§ 63-66. 2. §§ 44-46, 48-49, 77. 3. §§ 63-71. Доп. литер. 2. Гл.3 (§§ 1-4), гл.14 (§§ 1-3).	Методические указания к лабораторной работе	Защита лабораторных работ ЛБ №2 ЛБ 5 (ЛБ14)
6	<u>Законы сохранения.</u> Закон сохранения и превращения энергии (для системы материальных точек). Закон изменения и сохранения импульса системы.	4	4	Основ. литер. 1. §§ 24-25, 27, 42-44. 2. §§ 33-35, 37. 3. §§ 25-29.	Методические указания к лабораторной работе	Защита лабораторной работы № 10

	<p>Законы сохранения для отдельных компонент импульса.</p> <p>Применение законов сохранения импульса энергии к соударению тел. Абсолютно упругий центральный удар шаров. Скорости шаров после удара. Общие закономерности нецентрального упругого удара. Абсолютно неупругий удар. Убыль механической энергии в неупругом столкновении.</p>			<p>Доп. литер.</p> <p>1. Гл.4 (§ 4), гл.10 (§§ 2,3).</p> <p>2. Гл.5 (§§ 1-5), Гл.6 (§ 2).</p>		
7	<p><u>Динамика абсолютно твердого тела.</u></p> <p>Момент силы относительно оси. Момент силы относительно точки (полюса).</p> <p>Закон динамики вращения тела вокруг неподвижной оси (уравнение вращательного движения). Момент инерции. Вычисление моментов инерции некоторых тел (стержня, цилиндра, шара). Теорема Гюйгенса-Штейнера.</p> <p>Кинетическая энергия вращающегося тела. Работа по повороту твердого тела. Аналогия между поступательным движением материальной точки и вращательным движением твердого тела</p> <p>Гироскопы. Прецессия свободного гироскопа. Нутации. Применения гироскопов. Гироскопические силы.</p>	8	4		<p>Методические указания к лабораторной работе</p>	<p>Защита лабораторной работы ЛР № 8, ЛР № 9</p>
8	<p><u>Колебательной движение.</u></p> <p>Свободные гармонические колебания в системе с одной степенью свободы. Уравнение гармонического осциллятора и его общее решение. Амплитуда, частота, фаза колебаний. Колебания математического маятника и груза на пружине. Физический маятник.</p>	4 4 4 4	4 4		<p>Методические указания к лабораторной работе</p>	<p>Защита лабораторной работы ЛР № 16, ЛР № 18, ЛР № 12 ЛР № 17</p>

	Теорема об обратимости точки подвеса и центра качаний. Колебания связанных систем. Колебания системы с двумя степенями свободы. Сложение колебаний одного направления. Синфазные, антифазные колебания и биения.					
9	<u>Деформации и напряжения в твердых телах.</u> Упругие напряжения и их связь с относительной деформацией. Деформация растяжения (сжатия). График зависимости относительной деформации от напряжения. Закон Гука. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. Пределы пропорциональности, упругости, текучести, область пластических деформаций. Напряжения и деформации при сдвиге. Модуль сдвига. Деформация кручения. Коэффициент жесткости на кручение (модуль кручения).	4 4	4 4	Основ. литер. 2. §§ 81-89. 3. §§ 73-79. Доп. литер. 5. Гл.38 (§§ 1-3), гл.39 (§§ 1-3	Методические указания к лабораторной работе	Защита лабораторной работы ЛР № 6, ЛР № 22
		72	36			

Рейтинг – план дисциплины

ФП Механика (модуль «Общий физпрактикум»)

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

направления подготовки 030302 Физика

курс 1, семестр 1 2017/2018 г. Количество всего часов по учебному плану 3/108, ауд. 72 ч

Преподаватели: Абдуллин А.У., Гирфанова Ф.М.,

Кафедра: общей физики

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1. Кинематика			0	43
Текущий контроль				
1. Получение допуска (выполнение конспекта)	0-1	6	0	6
2. Выполнение измерений	0-1	6	0	6
3. Обработка результатов измерений и оформление отчета.	0-2	6	0	12
4. Обработка результатов измерений и оформление отчета на компьютере.	0-1	1	0	1
Рубежный контроль				
Защита лабораторной работы	0-3	6	0	18
Модуль 2. Динамика			0	37
Текущий контроль				
1. Получение допуска (выполнение конспекта)	0-1	6	0	6
2. Выполнение измерений	0-1	6	0	6
3. Обработка результатов измерений и оформление отчета.	0-2	6	0	12
4. Обработка результатов измерений и оформление отчета на компьютере.	0-1	1	0	1
Рубежный контроль				
Защита лабораторной работы	0-2	6	0	12
Поощрительные баллы				
1. Студенческая олимпиада	0-10	1	0	10
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
Посещение практических (лабораторных занятий)			0	-10
Итоговый контроль				
Зачет (устный опрос)	0-5	4	0	20