

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
функционального анализа  
и операторных уравнений

 Каменский М.И.  
подпись, расшифровка подписи  
26.06.2018 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.Б.22 Теоретическая механика**

- 1. Код и наименование направления подготовки / специальности:** 01.05.01  
фундаментальные математика и механика
- 2. Профиль подготовки / специализации:** теория функций и приложения,  
математический анализ и приложения
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** высшее профессиональное образование  
(специалист)
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** функционального анализа и  
операторных уравнений
- 6. Составители программы:** Сапронова Татьяна Юрьевна, к.ф.-м.н., математический  
факультет, кафедра функционального анализа и операторных уравнений,  
tsapn@mail.ru
- 7. Рекомендована:** кафедрой функционального анализа и операторных уравнений,  
03.07.2018, протокол № 0500–07
- 8. Учебный год:** 2020–2021 **Семестр(ы):** пятый, шестой

### 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Изучение математических моделей механических систем, применение математических методов к описанию движения и исследованию механических систем, овладение методами классической и аналитической механики.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** дисциплина относится к естественнонаучному циклу и является обязательной дисциплиной базовой части данного цикла.

Основные дисциплины и их разделы, необходимые для усвоения курса «Теоретическая механика»:

- математический анализ (производная и дифференциал функции, неопределенный и определенный интегралы, частные производные);
- аналитическая геометрия (действия с векторами, линии и поверхности второго порядка);
- дифференциальные уравнения (дифференциальные уравнения первого порядка, линейные дифференциальные уравнения и системы);
- линейная алгебра (матрицы, определители).

Дисциплина «Теоретическая механика» является необходимой для усвоения учебных курсов по математическим моделям механических систем, математическим моделям специальной теории относительности, физике.

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):**

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-1	Готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, линейной алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных.	знать: основные понятия, законы и теоремы кинематики и динамики; уметь: доказывать теоремы данного курса и применять изученную теорию при решении задач по кинематике и динамике, используя при этом методы математического анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и дифференциальных уравнений; владеть: методами построения и дальнейшего исследования математических моделей механических систем.
ПК-2	Способность к самостоятельному анализу физических аспектов в классических постановках математических задач и задач механики	уметь: анализировать физические аспекты в классических постановках математических задач и задач механики

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 7/252.**

**Форма промежуточной аттестации — зачет (семестр 5), экзамен (семестр 6)**

### 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)			
	Всего	В том числе интерактивные часы	По семестрам	
			сем. 5	сем. 6
Аудиторные занятия	100		68	32
в том числе:				
лекции	50		34	16
практические	0		0	0
лабораторные	50		34	16
Самостоятельная работа	116		58	58
Контроль	36		0	36
Итого:	252		126	126
Форма промежуточной аттестации	Зачет, экзамен		Зачет	Экзамен

#### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Кинематика.	Траектория, закон движения, скорость точки, ускорение точки, теорема о сложении скоростей, угловая скорость твердого тела, теорема Эйлера о скоростях точек твердого тела, теорема Кориолиса. Плоскопараллельное движение.
1.2	Динамика точки.	Законы Ньютона, уравнения движения материальной точки в декартовых и естественных осях, теоремы динамики точки, первые интегралы уравнений движения. Движение под действием центральной силы, законы Кеплера, движение по поверхности и кривой (точка со связью), реакции связей, теорема об изменении энергии для несвободной точки, относительное движение и относительное равновесие точки со связью, вес тела на Земле.
1.3	Динамика системы точек.	Связи и их классификация, обобщенные координаты и обобщенные силы, силы внутренние и внешние, теоремы динамики систем, первые интегралы уравнений движения и законы сохранения.
1.4	Аналитическая механика.	Уравнения Лагранжа второго рода, циклические и позиционные координаты, уравнения Рауса для систем с циклическими координатами, канонические уравнения Гамильтона, принципы Гамильтона и Якоби.
<b>3. Лабораторные занятия</b>		
3.1	Кинематика.	Траектория, закон движения, скорость точки, ускорение точки, теорема о сложении скоростей, угловая скорость твердого тела, теорема Эйлера о скоростях точек твердого тела.
3.2	Динамика точки.	Законы Ньютона, уравнения движения материальной точки в декартовых и естественных осях, теоремы динамики точки, первые интегралы уравнений движения. Движение под действием центральной силы, законы Кеплера, движение по поверхности и кривой (точка со связью), реакции связей, теорема об изменении энергии для несвободной точки, относительное движение и относительное равновесие точки со связью, вес тела на Земле.
3.3	Динамика системы точек.	Связи и их классификация, обобщенные координаты и обобщенные силы, силы внутренние и внешние, теоремы

		динамики систем, первые интегралы уравнений движения и законы сохранения.
3.4	Аналитическая механика.	Уравнения Лагранжа второго рода.

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)					Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Контроль	
1.	Кинематика.	16		16	40	0	72
2.	Динамика точки.	18		18	40	0	76
3.	Динамика системы точек.	8		8	20	18	54
4.	Аналитическая механика.	8		8	16	18	50
Итого:		50		50	116	36	252

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В ходе изучения курса предусмотрена самостоятельная работа (в виде выполнения домашних заданий), а также проведение контрольных работ и коллоквиумов (в письменной–устной форме).

Учебные пособия по данному курсу размещены на сайте [https://vk.com/t\\_meh](https://vk.com/t_meh). На этом же сайте преподаватель публикует вспомогательные материалы и указания по изучаемым в данный момент вопросам, программы коллоквиумов и т.д.

### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	<b>Айзерман М.А.</b> Классическая механика : [учебное пособие] / М. А. Айзерман .— М. : Физматлит, 2005 .— 378 с. ( см. <a href="https://vk.com/t_meh">https://vk.com/t_meh</a> )
2.	<b>Мещерский И.В.</b> Задачи по теоретической механике : учебное пособие для студ. вузов, обуч. по техн. специальностям / И. В. Мещерский ; под ред. В. А. Пальмова, Д. Р. Меркина. — СПб. [и др.] : Лань, 2006 .— 447 с

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3.	<b>Арнольд В.И.</b> Математические аспекты классической и небесной механики / В.И. Арнольд, В.В.Козлов, А.И.Нейштадт. — М. : УРСС, 2002 .— 414 с.
4.	<b>Бухгольц Н.Н.</b> Основной курс теоретической механики : Учебник для гос ун-тов / Н.Н. Бухгольц; В переработке и с дополнениями С.М. Тарга. — Ч.2: Динамика системы материальных точек .— М.: Наука,1972 .— 332с. ( см. <a href="https://vk.com/t_meh">https://vk.com/t_meh</a> )
5.	Сборник задач по теоретической механике : Учебное пособие для студентов вузов / [Н.А. Бражниченко, В.Л. Кан, Б.Л. Минцберг и др.] ; под ред. Н.А. Бражниченко .— М. : Высшая школа, 1986 .— 479 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
6.	<b>Бухгольц Н.Н.</b> Основной курс теоретической механики : Учебник для гос. ун-тов / Н.Н. Бухгольц; В переработке и с дополнениями С.М. Тарга. — Ч.1: Кинематика, статика, динамика материальной точки .— М. : Наука, 1972 .— 467с., <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/books/b7103.djvu">http://www.lib.vsu.ru/elib/books/b7103.djvu</a> >

7.	<b>Прядко И. Н.</b> Кинематика [Электронный ресурс] : конспекты лекций / И.Н. Прядко, Б.Н. Садовский ; Воронеж. гос. ун-т .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2009 .— Загл. с титул. экрана .— Свободный доступ из интранета ВГУ .— Текстовый файл .— Windows 2000 ; Adobe Acrobat Reader .— <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m09-140.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m09-140.pdf</a> >.
8.	Прядко И.Н., Садовский Б.Н. Динамика 1 (конспект лекций). <URL: <a href="http://bsadovskiy.ru/include/6/6-6.pdf?1297791427">http://bsadovskiy.ru/include/6/6-6.pdf?1297791427</a> >.
9.	Прядко И.Н., Садовский Б.Н. Динамика 2 (конспект лекций). <URL: <a href="http://bsadovskiy.ru/include/6/6-7.pdf?1368508951">http://bsadovskiy.ru/include/6/6-7.pdf?1368508951</a> >.

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Бать М.И., Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С. Теоретическая механика в примерах и задачах. Том 1.
2	З.П.Козлова, А.В.Паншина, Г.М.Розенблат. Теоретическая механика в решениях задач из сборника И.В.Мещерского. Динамика материальной точки. 2007

## 17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

### 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лекционная аудитория, аудитории для лабораторных, компьютер, мультимедийный проектор, доска (мел, маркеры).

## 19. Фонд оценочных средств

### 19.1 Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
<b>ОПК-1</b> Готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, линейной алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных.	<b>ЗНАТЬ:</b> основные понятия, законы и теоремы кинематики и динамики; <b>УМЕТЬ:</b> доказывать теоремы данного курса и применять изученную теорию при решении задач по кинематике и динамике, используя при этом методы математического анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и дифференциальных уравнений; <b>ВЛАДЕТЬ:</b> методами построения и дальнейшего исследования математических моделей механических систем.	Все три раздела	Контрольные работы

ПК-2	Способность к самостоятельному анализу физических аспектов классических постановок математических задач и задач механики	уметь: анализировать физические аспекты в классических постановках математических задач и задач механики	Все три раздела	Контрольные работы
<b>Промежуточная аттестация</b>				Комплект КИМ

\* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

## 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Формула экзаменационной оценки	$\text{Экз. оценка} = \frac{1}{3} ( T1 + T2 + П )$	T1 – оценка за 1-й коллоквиум (или 1-й вопрос в билете), T2 – оценка за 2-й коллоквиум (или 2-й вопрос в билете), П – общая оценка по практике.
Общая оценка по практике	$П = \frac{1}{4} ( КР1 + КР2 + КР3 + КР4 ) + РД + ПП$	КР(н) – оценки за контр. работы, РД – оценка за работу у доски, ПП – оценка за посещаемость
Оценка за работу у доски	$РД = 0,05 \times КРЗД$	КРЗД – количество решенных задач у доски
Оценка за посещаемость	$ПП = 0,1 \times ( 6 - КППЗ )$	КППЗ – количество пропущенных практических занятий

*Примечание: область допустимых значений оценок за коллоквиумы и контрольные работы – от 2 до 5; итоговая оценка округляется до целого числа.*

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), умеет доказывать теоремы, способен иллюстрировать ответ примерами и применять теоретические знания при решении задач.	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами и применять теоретические знания при решении задач, но допускает ошибки в доказательстве теорем.	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, но не умеет доказывать теоремы.	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
Обучающийся не владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины).	–	<i>Неудовлетворительно</i>

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

### 19.3.1 Перечень вопросов к экзамену

#### 19.3.1.1 Вопросы к коллоквиуму по КИНЕМАТИКЕ

1. Абсолютное пространство и абсолютное время. Материальные (отмеченные) точки. Декартова система отсчета (ДСО).
2. Закон движения материальной точки в ДСО. Скорость и ускорение материальной точки. Траектория. Пример : движение точки по окружности.
3. Цилиндрическая система координат. Выражение скорости и ускорения через цилиндрические координаты.
4. Сферическая система координат. Выражение скорости и ускорения через сферические координаты.
5. Естественный способ задания движения. Пример : движение по винтовой линии.
6. «Подвижные» и «неподвижные» системы отсчета. Матрица перехода (замены координат).
7. Абсолютная скорость, относительная скорость и переносная скорость.
8. Абсолютное ускорение, относительное ускорение, переносное ускорение и кориолисово ускорение.
9. Теорема о сложении скоростей и ускорений (с доказательством).
10. Два частных случая сложного движения : а) «подвижная» система движется поступательно относительно «неподвижной» ; б) «подвижная» система вращается вокруг неподвижной оси.
11. Пример : точка на ободу колеса.
12. Неизменяемая система, твердая среда и твердое тело. Скорости и ускорения точек твердой среды. Векторное произведение двух векторов.
13. Поступательное движение точек твердой среды. Два критерия поступательного движения ( лемма о перемещении отрезка и лемма о двух неколлинеарных отрезках ) (с доказательством).
14. Вращательное движение твердой среды. Ось вращения. Вектор угловой скорости.
15. Лемма о кососимметричности (с доказательством). Лемма о кососимметрической матрице и векторном произведении (с доказательством).
16. Теорема Эйлера о скоростях точек твердой среды (с доказательством). Вектор мгновенной угловой скорости.
17. Свойства вектора мгновенной угловой скорости (с доказательством).
18. Теорема о равенстве проекций скоростей точек твердой среды на прямую, проходящую через эти точки (с доказательством).
19. Плоскопараллельное движение твердой среды : определение и примеры. Критерий плоскопараллельного движения ( теорема о траекториях ) (с доказательством).
20. Вектор мгновенной угловой скорости при плоскопараллельном движении.
21. Мгновенный центр скоростей. Теорема о мгновенном центре скоростей (с доказательством).
22. Геометрический способ нахождения мгновенного центра скоростей. Примеры

#### 19.3.1.2 Вопросы к коллоквиуму по ДИНАМИКЕ

1. Предмет классической динамики. Законы Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея.
2. Потенциальное силовое поле. Потенциальная энергия. Закон сохранения энергии (с доказательством). Примеры потенциальных силовых полей.
3. Теорема об изменении импульса материальной точки (с доказательством). Теорема об изменении момента импульса (кинетического момента) материальной точки (с доказательством). Пример.
4. Работа силы на конечном пути (определение). Работа постоянной силы на прямолинейном пути. Мощность силы (определение). Примеры.
5. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки (с доказательством). Пример.
6. Свободные колебания материальной точки при отсутствии сопротивления.
7. Влияние постоянной силы на свободные колебания материальной точки. Примеры.
8. Центральная сила (определение). Примеры центральных сил. Теорема о потенциальной энергии центральной силы (с доказательством).

9. Кинетический момент точки в центральном поле. Траектория точки в центральном поле.
10. Уравнения движения в центральном поле (с выводом).
11. Секторная скорость. Второй закон Кеплера (с доказательством).
12. Уравнения орбит (без вывода). Зависимость формы орбиты от значения эксцентриситета. Первый закон Кеплера.
13. Зависимость формы орбиты от начальной скорости небесного тела. Первая и вторая космические скорости.
14. Третий закон Кеплера (с доказательством).
15. Силы, действующие на точки материальной системы. Импульс системы материальных точек (определение). Теорема об изменении импульса системы (с доказательством). Закон сохранения импульса системы (с доказательством). Пример.
16. Центр масс системы материальных точек (определение). Независимость центра масс от выбора системы отсчета. Центр масс системы материальных точек, состоящей из нескольких подсистем. Примеры.
17. Теорема о движении центра масс системы материальных точек. Пример.
18. Кинетический момент системы материальных точек (определение). Теорема об изменении кинетического момента системы (с доказательством). Закон сохранения кинетического момента системы (с доказательством). Пример.
19. Свободные и несвободные системы материальных точек. Уравнения связей. Примеры систем со связями. Активные силы и силы реакции связей. Примеры.
20. Степени свободы системы материальных точек. Обобщенные координаты. Примеры.
21. Уравнения Лагранжа 2-го рода (для материальной точки). Теорема (с доказательством).
22. Пример: уравнение маятника.
23. Уравнения Лагранжа 2-го рода (для системы материальных точек). Теорема (без доказательства).

## 19.3.2 Комплекты заданий для контрольных работ

### 19.3.2.1 Комплект заданий для контрольной работы № 1

#### Вариант 1

1. Муравей движется равноускоренно по прямолинейной тропинке. Найти ускорение муравья, если расстояние между песчинками  $P$  и  $Q$ , лежащими на этой тропинке, равно  $l$ , а скорость муравья при пробегании мимо песчинок  $P$  и  $Q$  принимает значения  $v_1$  и  $v_2$  соответственно.

2. Точка  $M$  движется по окружности радиуса  $R = 1$  с центром в точке  $S(0, 2)$  против часовой стрелки. Найти скорость и ускорение точки в тот момент времени, когда ее координаты равны  $(-1, 2)$ , если  $\varphi(t) = \frac{\pi}{4}t^2$  ( $\varphi$  — угол (в радианах) между векторами  $\vec{e}_1 = (1, 0)$  и  $\vec{SM}$ ,  $t$  — время в секундах).

3. Система  $Ox_1y_1z_1$  вращается вокруг неподвижной оси  $Oz_1$  с постоянной угловой скоростью  $\omega = \frac{\pi}{3}$  (рад/с). Точка  $M$  движется по оси  $Oy_1$  из точки  $y_1 = 2$  в положительном направлении оси со скоростью  $v_1 = 1$  (см/с). Найти абсолютное ускорение и кориолисово ускорение точки  $M$  в момент времени  $t = 3$  с относительно неподвижной системы  $Oxyz$ , с которой система  $Ox_1y_1z_1$  совпадает в момент времени  $t = 0$ .

#### Вариант 2

1. Студент движется равнозамедленно и прямолинейно по коридору университета. Найти расстояние между аудиториями  $A$  и  $B$ , если при прохождении мимо этих аудиторий скорость студента принимала значения  $v_1$  и  $v_2$  соответственно, а ускорение (замедление) студента равно  $a$ .

2. Точка  $M$  движется по окружности радиуса  $R = 1$  с центром в точке  $S(2, -1)$  против часовой стрелки. Найти скорость и ускорение точки в тот момент времени, когда она находится на оси  $Ox$ , если  $\varphi(t) = \frac{\pi}{8}t^2$  ( $\varphi$  — угол (в радианах) между векторами  $\vec{e}_1 = (1, 0)$  и  $\vec{SM}$ ,  $t$  — время в секундах).

3. Система  $Ox_1y_1z_1$  вращается вокруг неподвижной оси  $Oz_1$  с постоянной угловой скоростью  $\omega = \frac{\pi}{2}$  (рад/с). Точка  $M$  движется по оси  $Ox_1$  из точки  $x_1 = 5$  в отрицательном направлении оси со скоростью  $v_1 = 1$  (см/с). Найти абсолютное ускорение и кориолисово ускорение точки  $M$  в момент времени  $t = 2$  с относительно неподвижной системы  $Oxyz$ , с которой система  $Ox_1y_1z_1$  совпадает в момент времени  $t = 0$ .

### 19.3.2.2 Комплект заданий для контрольной работы № 2

#### Вариант 1

1. Тележка разгоняется по горизонтальной дороге из состояния покоя до скорости  $v_1$  (м/с) за время  $T$  (с) под действием силы, вдвое большей силы трения. Найти коэффициент трения  $f$ .

2. Снаряд выпущен с начальной скоростью  $v_0$  (м/с) под углом  $\alpha$  (рад) к горизонту и приземлился через время  $T$  (с) на расстоянии  $s$  (м) от начальной точки по горизонтали, причем максимальная его высота над горизонтом за время полета составила  $h$  (м). Зная  $h$  и  $\alpha$ , найти  $v_0$ ,  $T$  и  $s$ .

3. Точка массы 2 кг движется в плоскости из состояния покоя под действием двух сил:  $\vec{F}_1 = (12t, 0)^T$  и  $\vec{F}_2 = (-4, 8)^T$ . Найти уравнения движения точки и ее скорость в момент времени  $t_1 = 1$  (сек), если известно, что в начальный момент координаты точки равны  $(2, -1)$ .

#### Вариант 2

1. Тележка при движении по инерции по горизонтальной дороге с коэффициентом трения  $f$  останавливается за время  $T$  (с). Найти начальную скорость тележки.

2. Снаряд выпущен с начальной скоростью  $v_0$  (м/с) под углом  $\alpha$  (рад) к горизонту и приземлился через время  $T$  (с) на расстоянии  $s$  (м) от начальной точки по горизонтали, причем

максимальная его высота над горизонтом за время полета составила  $h$  (м). Зная  $s$  и  $\alpha$ , найти  $v_0$ ,  $T$  и  $h$ .

3. Точка массы 1 кг движется в плоскости из начала координат под действием двух сил:  $\vec{F}_1 = (\cos t, 0)^T$  и  $\vec{F}_2 = (4, 6t)^T$ . Найти уравнения движения точки и ее скорость в момент времени  $t_1 = 1$  (сек), если известно, что в начальный момент скорость точки равна  $(0, 1)^T$ .

### 19.3.2.3 Комплект заданий для контрольной работы № 3

**Вариант 1** 1. Груз массой 100 г подвесили к концу недеформированной пружины и отпустили без начальной скорости. Длина недеформированной пружины равна 45 см, а при равновесии груза на пружине ее длина равна 65 см. Найти: 1) уравнение движения груза; 2) амплитуду и период колебаний.

2. Материальная точка движется под действием силы всемирного тяготения по эллиптической орбите, причем известно, что максимальное значение угловой скорости равно  $\omega_1$ , минимальное –  $\omega_2$ , а минимальное значение расстояния от движущейся точки до фокуса (центра поля) равно  $\rho_1$ . Найти: 1) константу  $c = |r \times v|$ , 2) большую полуось  $a$  орбиты, 3) абсолютную величину скорости точки в тот момент времени, когда угловая скорость минимальна.

**Вариант 2** 1. Груз массой 100 г движется по гладкой горизонтальной прямой под действием пружины и магнитной силы величины 0,98 Н, направленной на растяжение пружины. В начальный момент пружина не деформирована и ее длина равна 55 см, а груз отпущен с нулевой скоростью. В положении равновесия длина пружины равна 75 см. Найти: 1) уравнение движения груза; 2) амплитуду и период колебаний.

2. Материальная точка движется под действием силы всемирного тяготения по эллиптической орбите, причем известно, что максимальное значение угловой скорости равно  $\omega_1$ , максимальное значение расстояния от движущейся точки до фокуса (центра поля) равно  $\rho_2$ , большая полуось орбиты равна  $a$ . Найти: 1) константу  $c = \rho^2 \dot{\varphi}$ , 2) минимальное значение угловой скорости, 3) абсолютную величину скорости точки в тот момент времени, когда угловая скорость минимальна.

### 19.3.2.4 Комплект заданий для контрольной работы № 4

**Вариант 1** 1. Тяжелая бусинка движется по гладкой проволоке под действием силы тяжести. Форма проволоки описывается уравнениями  $y = x^2 - x$ ,  $z = 0$  (ось  $Oy$  направлена вертикально вверх). Составить уравнение движения бусинки (уравнение Лагранжа 2-го рода).

2. Материальная точка  $A$  массы 60 г в плоскости  $Oxy$  движется по кривой  $y = tg x$  по закону  $x(t) = \pi t$  см. Материальная точка  $B$  массы 50 г соединена с точкой  $A$  невесомым стержнем длины 40 см и также движется в плоскости  $Oxy$ , причем угол  $\varphi = \angle(\vec{e}_x, \vec{AB})_H$  изменяется по закону  $\varphi(t) = \pi(t^2 + t)$  рад. Найти импульс системы  $\{A, B\}$  в момент времени  $t_1 = 1$  с.

3. На горизонтальной платформе длины 8 м находятся три человека: первый (массы 70 кг) стоит на левом конце платформы, второй (массы 80 кг) – на правом, а третий (массы 50 кг) – ровно посередине. В каком направлении и на какое расстояние должен был переместиться третий человек, если первые два поменялись местами, а сама платформа осталась в прежнем положении?

- Вариант 2**
1. Тяжелая бусинка движется по гладкой проволоке под действием силы тяжести. Форма проволоки описывается уравнениями  $z = \cos^2 x$ ,  $y = 0$  (ось  $Oz$  направлена вертикально вверх). Составить уравнение движения бусинки (уравнение Лагранжа 2-го рода).
  2. Материальная точка  $A$  массы  $50 \text{ г}$  в плоскости  $Oxy$  движется по кривой  $y = x^3$  по закону  $x(t) = e^t \text{ см}$ . Материальная точка  $B$  массы  $20 \text{ г}$  соединена с точкой  $A$  невесомым стержнем длины  $30 \text{ см}$  и также движется в плоскости  $Oxy$ , причем угол  $\varphi = \angle(\vec{e}_x, \vec{AB})_H$  изменяется по закону  $\varphi(t) = \frac{\pi t^2}{2} \text{ рад}$ . Найти импульс системы  $\{A, B\}$  в момент времени  $t_1 = 1 \text{ с}$ .
  3. На горизонтальной платформе длины  $12 \text{ м}$  и массы  $3000 \text{ кг}$  находятся три человека: первый (массы  $50 \text{ кг}$ ) стоит на левом конце платформы, второй (массы  $100 \text{ кг}$ ) – на правом, а третий (массы  $60 \text{ кг}$ ) – ровно посередине. В каком направлении и на какое расстояние переместится платформа, если первые два человека поменяются местами, а третий станет рядом с первым?

#### 19.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах: устного опроса (индивидуальный опрос на коллоквиуме); письменных работ (контрольные работы). Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний, или практические задания, позволяющие оценить степень сформированности умений, навыков и опыт деятельности.

При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.