

11115-1

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное
 учреждение высшего образования
 «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета
 Факультет компьютерных технологий
 Григорьев Я.Ю.
 «01» 06 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория колебаний и устойчивости»

Направление подготовки	01.03.04 Прикладная математика
Направленность (профиль) образовательной программы	Математическое и компьютерное моделирование
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	6	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой	«Прикладная математика»

Разработчик рабочей программы:

Зав.кафедрой, к.ф.-м.н., доцент
(должность, степень, ученое звание)


(подпись)

Григорьева А.Л.
(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой
Прикладная математика
(наименование кафедры)


(подпись)

Григорьева А.Л.
(ФИО)

1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Теория колебаний и устойчивости» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Математическое и компьютерное моделирование» по направлению подготовки «01.03.04 Прикладная математика».

№11 10.01.2018, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Математическое и компьютерное моделирование» по направлению 01.03.04 "Прикладная математика".

Практическая подготовка реализуется на основе:

Профессиональный стандарт 06.022 Системный аналитик (Зарегистрированов Министерстве юстиции Российской Федерации 24 ноября 2014 года, регистрационный N 34882) Обобщенная трудовая функция: С. Концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности

Задачи дисциплины	изучить базовые понятия, описывающие устойчивость механической системы; изучить модели, описывающие свободные колебания; изучить модели, описывающие вынужденные колебания.
Основные разделы / темы дисциплины	1. Введение в теорию колебаний и устойчивости 2. Прямолинейные колебания материальной точки 3. Колебания систем с одной степенью свободы 4. Колебания систем с двумя степенями свободы

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Теория колебаний и устойчивости» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ПК-1 Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках и промышленности, с учетом возможностей современных информационных	ПК-1.1 Знает основные методы математического моделирования и основные аналитические и научные пакеты прикладных программ для прикладных математических задач механики ПК-1.2	Обладать знаниями в области математического моделирования для решения исследовательских и проектных задач Уметь выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и

	<p>Умеет выбирать математические методы моделирования процессов механики; применять аналитические и научные пакеты прикладных программ для моделирование прикладных математических задач.</p> <p>ПК-1.3</p> <p>Владеет методами математического моделирования прикладных задач механики и применения аналитических и научных пакетов прикладных программ</p>	<p>проектных задач математические методы и модели</p> <p>Владеть методами проверки адекватности моделей, анализа результатов моделирования, оценки надежности и качества функционирования систем</p>
--	--	--

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория колебаний и устойчивости» изучается на 3 курсе, 6 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Теория случайных процессов», «Б1.В.ДВ.03.01 Классическая механика», «Б1.В.ДВ.03.02 Прикладная механика», «Автоматизация математических расчетов».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Теория колебаний и устойчивости», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Б1.В.ДВ.01.01 Исследование операций и теория игр», «Б1.В.ДВ.01.02 Математическое моделирование».

Дисциплина «Теория колебаний и устойчивости» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем проведения / выполнения практических занятий и лабораторных работ

Дисциплина «Теория колебаний и устойчивости» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся активной гражданской позиции, уважения к правам и свободам человека, знания правовых основ и законов, воспитание чувства ответственности или умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения или творчески развитой личности, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий и т.д.

4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 з.е., 144 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
------------------	---------------------------

Общая трудоемкость дисциплины	144
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	48
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	16
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	32
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	96
Промежуточная аттестация обучающихся – Зачет с оценкой	0

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Тема 1 Динамические модели. Упругое тело и упругая система. Признаки устойчивости и неустойчивости положений равновесия.	6	6		13
Тема 2 Консервативность упругих систем. Теорема взаимности. Линейно-упругие системы. Принцип суперпозиции.	6	6		13
Тема 3 Кинематические характеристики колебаний. Гармонические колебания. Силы, действующие на материальную точку при гармонических колебаниях. Колебания материальной точки	6	6		13

под действием линейной восстанавливающей силы. Свободные колебания.				
Тема 4 Свободные колебания в среде с сопротивлением. Затухающие колебания. Движение при слабом сопротивлении. Затухающие колебания. Движение при сильном сопротивлении. Аперiodическое движение	6	6		13
Тема 5 Движение под действием сил, зависящих от времени. Вынужденные колебания. Постоянная возмущающая сила. Внезапно приложенная сила. Действие кратковременного импульса. Произвольная возмущающая сила. Интеграл Дюамеля. Вынужденные колебания под действием гармонической возмущающей силы. Резонанс. Действие произвольной периодической возмущающей силы. Резонансы высших порядков. Влияние сопротивления на вынужденные колебания.	6	6*		13
Тема 6 Колебания систем с одной степенью свободы. Дифференциальное уравнение движения системы с одной степенью свободы.	2	2*		15
ИТОГО по дисциплине	32	32		80

*в виде практической подготовки

6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
Изучение теоретических разделов дисциплины	30
Подготовка к занятиям семинарского типа	36
Подготовка и оформление РГР	30
	96

7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8.1 Основная литература

- 1 Гантмахер, Ф. Р. Лекции по аналитической механике [Электронный ресурс] : Учеб. пособие для вузов / Ф. Р. Гантмахер; Под ред. Е. С. Пятницкого. - 3-е изд. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. - 264 с. - ISBN 978-5-9221-0067-0. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/420627>
- 2 Бауэр, С.М. Основы теории устойчивости упругих систем: Учебное пособие / Бауэр С.М., Венатовская Л.А., Воронкова Е.Б. - СПб:СПбГУ, 2017. - 52 с.: ISBN 978-5-288-05739-7 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/999643>
- 3 Гантмахер, Ф. Р. Лекции по аналитической механике [Электронный ресурс] : Учеб. пособие для вузов / Ф. Р. Гантмахер; Под ред. Е. С. Пятницкого. - 3-е изд. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. - 264 с. - ISBN 978-5-9221-0067-0. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/420627>
- 4 Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел / Присекин В.Л., Расторгуев Г.И. - Новоси�.: НГТУ, 2010. - 238 с.: ISBN 978-5-7782-1287-9 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/548237>

8.2 Дополнительная литература

- 1 Зубов, В.И. Устойчивость движения (методы Ляпунова и их применение). Учебное пособие для ун-тов. – М.: Высшая школа, 1984. – 232с.
- 2 Богомаз, И. В. Механика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И. В. Богомаз. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 346 с. - ISBN 978-5-7638-2178-9. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/442969>

8.1 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

В процессе изучения дисциплины используются следующие ЭБС:

Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM.

Договор № 4997 эбс ИКЗ 21 1 2727000769 270301001 0010 004 6311 244 от 13 апреля 2021 г.

Электронно-библиотечная система IPRbooks.

Лицензионный договор № ЕП 44/4 на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks ИКЗ 21 1 2727000769 270301001 0010 003 6311 244 от 05 февраля 2021 г.

Образовательная платформа Юрайт.

Договор № ЕП44/2 на оказание услуг по предоставлению доступа к образовательной платформе ИКЗ 21 1 2727000769 270301001 0010001 6311 244 от 02 февраля 2021 г.

9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

9.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

9.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

9.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиболее важному средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Отсутствует

10.2 Технические и электронные средства обучения

Отсутствуют

11 Иные сведения

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

«Теория колебаний и устойчивости»

Направление подготовки	01.03.04 Прикладная математика
Направленность (профиль) образовательной программы	Математическое и компьютерное моделирование
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	6	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой	Кафедра «Прикладная математика»

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ПК-1 Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках и промышленности, с учетом возможностей современных информационных	<p>ПК-1.1 Знает основные методы математического моделирования и основные аналитические и научные пакеты прикладных программ для прикладных математических задач механики</p> <p>ПК-1.2 Умеет выбирать математические методы моделирования процессов механики; применять аналитические и научные пакеты прикладных программ для моделирование прикладных математических задач.</p> <p>ПК-1.3 Владеет методами математического моделирования прикладных задач механики и применения аналитических и научных пакетов прикладных программ</p>	<p>Обладать знаниями в области математического моделирования для решения исследовательских и проектных задач</p> <p>Уметь выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели</p> <p>Владеть методами проверки адекватности моделей, анализа результатов моделирования, оценки надежности и качества функционирования систем</p>

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Введение в теорию колебаний и устойчивости.	ПК-1	РГР	Знает основные понятия теории дифференциальных уравнений первого порядка и умеет их применять для решения задач.
Прямолинейные колебания материальной точки.	ПК-1	РГР	Знает основные понятия теории дифференциальных уравнений первого порядка и умеет их применять для решения задач.
Колебания систем с одной степенью свободы.	ПК-1	РГР	Знает основные понятия теории дифференциальных уравнений первого порядка и умеет их применять для решения задач.

Колебания систем с двумя степенями свободы.			ет их применять для решения задач.
---	--	--	------------------------------------

2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
6 семестр				
<i>Промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой</i>				
1	РГР	В конце семестра	50 баллов	<p>50 баллов - студент правильно выполнил задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите.</p> <p>30 баллов - студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите.</p> <p>15 баллов - студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей.</p> <p>0 баллов - при выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.</p>
Текущий контроль:		-	50 баллов	

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
<p>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0-64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65-74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75-84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85-100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень).</p>				

3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

3.1 Задания для текущего контроля успеваемости

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

Вариант 1.

Задача 1: На гладкий цилиндр радиуса r опираются два однородных тяжелых стержня, соединенных шарниром A . Длина каждого стержня равна $2a$. Определить угол 2ϑ раствора стержней, соответствующий положению равновесия.

Задача 2: Жесткий стержень OB длины l может свободно качаться на шаровом шарнире около конца O и несет шарик веса Q на другом конце. Стержень удерживается в горизонтальном положении посредством нерастяжимого вертикального шнура длины h . Расстояние $OA=b$. Если шарик оттянуть перпендикулярно плоскости рисунка и затем отпустить, то система начнет колебаться. Пренебрегая массой стержня, определить период малых колебаний системы.

Задача 3: Определить частоты свободных крутильных колебаний системы, состоящей из вала, закрепленного на одном конце, с насаженными посередине и на другом конце однородными дисками. Момент инерции каждого диска относительно оси вала J ; жесткость на кручение участков вала $k_1=k_2=k$. Массой вала пренебречь.

Задача 4: Тяжелый шарик находится в полости гладкой трубки, изогнутой по параболе $x^2=2pz$ и вращающейся с постоянной угловой скоростью ω вокруг оси Oz . (Положительное направление оси Oz — вверх.) Определить положение относительного равновесия шарика и исследовать его устойчивость.

Вариант 2.

Задача 1: Однородный тяжелый стержень АВ длины $2a$ опирается на криволинейную направляющую, имеющую форму полуокружности радиуса R . Определить, пренебрегая трением, положение равновесия и исследовать его устойчивость.

Задача 2: Определить период малых колебаний астатического маятника, употребляемого в некоторых сейсмографах для записи колебаний почвы. Маятник состоит из жесткого стержня длины l , несущего на конце массу m , зажатую между двумя горизонтальными пружинами жесткости k с закрепленными концами. Массой стержня пренебречь, и считать пружины в положении равновесия ненапряженными.

Задача 3: Определить частоты главных крутильных колебаний системы, состоящей из вала с насаженными на него тремя одинаковыми дисками. Два диска закреплены на концах вала, а третий — посередине. Момент инерции каждого диска относительно оси вала J ; жесткость на кручение участков вала $k_1=k_2=k$. Массой вала пренебречь.

Задача 4: Определить положения относительного равновесия маятника, подвешенного с помощью универсального шарнира O к вертикальной оси, вращающейся с постоянной угловой скоростью ω ; маятник симметричен относительно своей продольной оси; A и C — его моменты инерции относительно главных центральных осей инерции ξ , η и ζ ; h — расстояние центра тяжести маятника от шарнира. Исследовать устойчивость положений равновесия маятника и определить период колебаний около среднего положения равновесия.

Вариант 3.

Задача 1: Исследовать устойчивость вертикального положения равновесия «обращенного» двойного маятника, изображенного на рисунке. Маятник может быть схематизирован в виде двух материальных точек масс m_1 и m_2 , связанных стержнями длин l_1 и l_2 . В вертикальном положении равновесия пружины (жесткости их k_1 и k_2) не напряжены.

Задача 2: Маятник состоит из жесткого стержня длины l , несущего массу m на своем конце. К стержню прикреплены две пружины жесткости k на расстоянии b от его верхнего конца; противоположные концы пружин закреплены. Пренебрегая массой стержня, найти период малых колебаний маятника.

Задача 3: Два одинаковых маятника длины l и массы m каждый соединены на уровне h упругой пружиной жесткости k , прикрепленной концами к стержням маятников. Определить малые колебания системы в плоскости равновесного положения маятников, после того как одному из маятников сообщено отклонение на угол α от положения равновесия; начальные скорости

маятников равны нулю. Массами стержней маятников и массой пружины пренебречь.

Задача 4: Материальная точка M движется под действием силы тяжести по внутренней поверхности кругового цилиндра радиуса a , ось которого наклонена под углом α к вертикали. Исследовать устойчивость движения по нижней ($\varphi=0$) и верхней ($\varphi=\pi$) образующим. Определить период колебаний при движении по нижней образующей.

Вариант 4.

Задача 1: Исследовать устойчивость вертикального положения равновесия системы маятников, изображенной на рисунке; длина стержня первого маятника $4h$, второго $3h$ и третьего $2h$. Массы всех маятников и жесткости пружин одинаковы и соответственно равны m и k . Расстояния точек крепления пружин от центров масс равны h . Массой стержней пренебречь, а массы m рассматривать как материальные точки; когда маятники находятся в вертикальном положении, пружины не напряжены.

Задача 2: Предполагая, что маятник, описанный в предыдущей задаче, установлен так, что масса m расположена выше точки подвеса, определить условие, при котором вертикальное положение равновесия маятника устойчиво, и вычислить период малых колебаний маятника.

Задача 3: Диск массы M может катиться без скольжения по прямолинейному рельсу. К центру диска шарнирно прикреплен стержень длины l , на конце которого находится точечный груз массы m . Найти период малых колебаний маятника. Массой стержня пренебречь.

Задача 4: Уравнение движения муфты центробежного регулятора двигателя имеет вид $mx'' + \beta x' + cx = A(\omega - \omega_0)$, где x — перемещение муфты регулятора, m — инерционный коэффициент системы, β — коэффициент сопротивления, c — жесткость пружин регулятора, ω — мгновенная и ω_0 — средняя угловые скорости машины, A — постоянная. Уравнение движения машины имеет вид $J(d\omega/dt) = -Bx$ (B — постоянная, J — приведенный момент инерции вращающихся частей двигателя). Установить условия устойчивости системы, состоящей из двигателя и регулятора.

