

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 17.11.2023 17:47:30  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Санкт-Петербургский государственный технологический институт**  
**(технический университет)»**  
**(СПбГТИ(ТУ))**

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б. В. Пекаревский

«17» февраля 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**АНАЛИТИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА И ТЕОРИЯ КОЛЕБАНИЙ**

Направление подготовки

**15.03.03 Прикладная механика**

Направленность программы

Динамика и прочность машин и аппаратуры

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Факультет **механический**  
Кафедра **механики**

Санкт-Петербург

2022

Б1.В.04

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик		Профессор Марцулевич Н.А..

Рабочая программа дисциплины «» обсуждена на заседании кафедры механики

протокол от «11» февраля 2022

№ 2

Заведующий кафедрой

Марцулевич Н.А.

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета

протокол от « 15 » февраля 2022

№ 7

Председатель

Луцко А.Н.

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Прикладная механика»		Профессор Н.А.Марцуллович
Директор библиотеки		Старостенко Т.Н.
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Труханович М.З.
Начальник УМУ		Денисенко С.Н.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....	04
3. Объем дисциплины .....	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	05
4.2. Занятия лекционного типа .....	06
4.3. Занятия семинарского типа .....	08
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	08
4.3.2. Лабораторные занятия .....	09
4.4. Самостоятельная работа .....	10
4.4.1. Темы индивидуальных домашних заданий .....	11
4.4.2. Тема контрольной работы .....	11
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	11
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	11
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	12
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	13
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	13
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии .....	14
10.2. Программное обеспечение .....	14
10.3. Информационные справочные системы .....	14
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	14
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	14
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	15

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ПК-1</b> Способен к систематическому изучению научно-технической и патентной информации, отечественного и зарубежного опыта по профилю подготовки</p>	<p>ПК-1.2 Методы аналитической динамики применительно к анализу поведения элементов оборудования в условиях переменных нагрузок</p>	<p><b>Знать:</b> основные понятия аналитической механики и теории колебаний и вытекающие из них методы изучения равновесия и движения сложных механических систем, в частности, методы изучения колебательного движения систем; <b>Владеть:</b> навыками анализа полученных результатов и исследования их зависимости от различных параметров, навыками по применению типовых методов аналитической механики и теории колебаний для исследования и решения задач механики применительно к оборудованию и механизмам, используемых в профессиональной деятельности; <b>Уметь:</b> использовать полученные знания для решения соответствующих конкретных задач техники; выбирать и применять в научно-исследовательской и профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования.</p>
<p><b>ПК-5</b> Способен планировать отдельные этапы научно-исследовательских работ, участвовать в проведении экспериментов на действующих машинах и</p>	<p>ПК- 5.1. Оценка влияния вибраций на надежность и долговечность оборудования</p>	<p><b>Знать:</b> методы анализа негативного влияния вибраций на работу технологического оборудования, в том числе с использованием экспериментального материала; <b>Владеть:</b> навыками планирования этапов научных исследований; <b>Уметь:</b> оформлять отчеты и презентации по</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
экспериментальных макетах, а также в обработке результатов экспериментальных исследований		результатам анализа динамики механических систем и элементов оборудования, а также в обработке результатов экспериментальных исследований.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина является базовой дисциплиной базовой части (Б1.В.04) и изучается на 4 курсе в 7 и 8 семестрах.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенции, сформированные при изучении дисциплин «Физика», «Информатика», «Математика», «Инженерная и компьютерная графика», «Теоретическая механика».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Аналитическая механика и теория колебаний» знания, умения и навыки могут быть использованы в курсах «Строительная механика», «Теория надежности».

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)</b>	6/216
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>106</b>
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	70
семинары, практические занятия	36
лабораторные работы	34
КСР	27
другие виды контактной работы	
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>83</b>
<b>Форма текущего контроля (Кр)</b>	1 контр. работа
<b>Форма промежуточной аттестации (Зачет, экзамен)</b>	Зачет, экзамен

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Аналитическая механика	20	22	18	43	ПК-1, ПК-5
2.	Теория колебаний	16	14	16	40	ПК-1, ПК-5

##### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1	<p><u>Аналитическая механика</u></p> <p>Классификация связей, налагаемых на точки механической системы, : односторонние (неудерживающие) и двусторонние (удерживающие), стационарные (склерономные) и нестационарные (реономные), геометрические (голономные) и кинематические (неголономные). Примеры.</p> <p>Возможные (виртуальные) перемещения точек механической системы. Идеальные связи. Примеры.</p> <p>Принцип возможных перемещений. Обобщенные координаты для систем с голономными двусторонними связями. Возможные перемещения точек системы как линейные однородные функции независимых вариаций обобщенных координат. Обобщенные силы. Обобщенные силы потенциального поля. Общее уравнение динамики механической системы (принцип Даламбера – Лагранжа). Обобщенные силы инерции точек механической</p>	20	Презентация

№ раздела дисциплин ы	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>системы. Общее уравнение динамики в обобщенных силах.</p> <p>Уравнения Лагранжа второго рода (дифференциальные уравнения движения голономной механической системы в обобщенных координатах).</p> <p>Уравнения Лагранжа второго рода для систем, находящихся в потенциальных силовых полях. Функция Лагранжа (кинетический потенциал).</p> <p>Циклические координаты и циклические интегралы. Примеры.</p> <p>Структура кинетической энергии как функции обобщенных скоростей. Теорема Эйлера об однородных функциях. Обобщенный интеграл (интеграл Якоби). Примеры. Интеграл энергии как частный случай обобщенного интеграла энергии.</p> <p>Диссипативная функция как однородная квадратичная форма скоростей для голономных механических систем со стационарными связями в случае линейного сопротивления. Обобщенные силы сопротивления.</p> <p>Уравнения Лагранжа второго рода для систем, находящихся под действием потенциальных и диссипативных сил.</p> <p>Механический смысл диссипативной функции.</p> <p>Понятие консервативной механической системы. Уравнения равновесия консервативной механической системы в обобщенных координатах. Устойчивость равновесия. Теорема Дирихле. Критерий Сильвестра.</p> <p><u>Теория колебаний</u></p> <p>Основные гипотезы теории малых движений. Обобщенные коэффициенты инерции, жесткости и сопротивления для случая малых движений. Дифференциальные уравнения малых движений.</p> <p>Малые свободные колебания консервативной механической системы с одной степенью свободы без учета сопротивления. Частота, период и амплитуда колебаний.</p> <p>Свободные колебания системы с одной степенью свободы при наличии линейного сопротивления (затухающие колебания). Декремент и логарифмический декремент</p>		

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<p>колебаний. Аперiodическое движение.</p> <p>Виды возмущающих сил. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы при отсутствии сопротивления. Резонанс. Биения.</p> <p>Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы при наличии линейного сопротивления.</p> <p>Коэффициент динамичности.</p> <p>Малые свободные колебания консервативной механической системы с двумя степенями свободы. Уравнение частот. Главные колебания. Коэффициенты распределения. Общее решение.</p> <p>Вынужденные колебания механической системы с двумя степенями свободы без учета сопротивления. Динамический гаситель колебаний.</p>		Презентация

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Принцип возможных перемещений	4	Презентация
1	Общее уравнение динамики механической системы.	4	Презентация
1	Уравнения Лагранжа второго рода	8	Презентация
1	Устойчивость равновесия консервативной механической системы.	4	Презентация
1	Контрольная работа	2	
2	Малые свободные колебания систем с одной степенью свободы.	4	Презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	Влияние сопротивления на свободные колебания	2	Презентация
2	Вынужденные колебания без учета сопротивления	2	Презентация
2	Вынужденные колебания с учетом линейного сопротивления	2	Презентация
2	Малые свободные колебания систем с двумя степенями свободы.	4	Презентация

#### 4.3.2. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
2	Исследование свободных и вынужденных колебаний механической системы с одной степенью свободы (обработка осциллограмм).	8	Лабораторная установка
2	Исследование колебаний вибрационного стола с динамическим гасителем колебаний.	4	Лабораторная установка
2	Исследование изгибных колебаний упругой балки.	8	Лабораторная установка
2	Сложение взаимно-перпендикулярных колебаний.	8	С применением компьютерного моделирования и макета
2	Исследование колебаний крутильного маятника.	6	Лабораторная установка

#### 4.4 Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Применение принципа возможных перемещений к простейшим машинам и к определению реакций связей.	12	Устный опрос
1	Различные способы вычисления обобщенных сил.	10	Устный опрос
1	Особенности применения уравнений Лагранжа второго рода для систем с неидеальными и неударживающими связями.	12	Устный опрос
1	Теоремы Ляпунова о неустойчивости равновесия консервативных механических систем.	8	Устный опрос
1	Канонические переменные. Функция Гамильтона. Канонические уравнения механики.	5	Устный опрос
1	Вариационные интегральные принципы классической механики.	4	Устный опрос
2	Колебания системы с одной степенью свободы при наличии кулонова трения.	4	Устный опрос
2	Общее решение дифференциального уравнения вынужденных колебаний системы с одной степенью свободы в случае произвольной возмущающей силы. Случай Периодической возмущающей силы.	14	Устный опрос
2	Нормальные (главные) координаты для системы с двумя степенями свободы.	2	Устный опрос
2	Случаи равенства частот и равенства нулю одной из частот главных колебаний системы с двумя степенями свободы.	4	Устный опрос
2	Влияние линейного сопротивления на свободные колебания системы с двумя степенями свободы.	8	Устный опрос

#### 4.4.1 Темы индивидуальных домашних заданий

- 1 Принцип возможных перемещений.
- 2 Общее уравнение динамики механической системы.
- 3 Уравнение Лагранжа второго рода для системы с одной степенью свободы.
- 4 Уравнения Лагранжа второго рода для системы с двумя степенями свободы.
- 5 Малые свободные колебания консервативной механической системы с одной степенью свободы.
- 6 Малые свободные колебания консервативной механической системы с двумя степенями свободы.

#### 4.4.2 Тема контрольной работы

Каждому студенту выдается вариант контрольной работы, содержащий две задачи на любые темы раздела «Аналитическая механика» (принцип возможных перемещений, общее уравнение динамики, уравнения Лагранжа второго рода, устойчивость равновесия консервативной механической системы, свободные колебания консервативной механической системы, вынужденные колебания, резонанс).

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте Медиа: <http://media.technolog.edu.ru>

#### 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета и экзамена в 7-ом семестре.

К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля (выполнившие индивидуальные домашние задания, написавшие контрольную работу и защитившие лабораторные работы).

К сдаче экзамена допускаются студенты, сдавшие зачет.

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется теоретическими вопросами из перечня, приведенного в приложении 1.

При сдаче экзамена студент получает два вопроса из перечня вопросов и задачу, время подготовки к устному ответу – до 45 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант №1

1. Принцип возможных перемещений.
2. Коэффициент динамичности.
3. Задача.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

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

**а) основная литература:**

1 Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике : учебное пособие для вузов / А. А. Яблонский, С. С. Норейко, С. А. Вольфсон и др. ; под общ. ред. А. А. Яблонского. Изд. 14-е, стер. – М. : Интеграл-Пресс, 2006. – 384 с.

2 Иванов, Ю. А. Теорема об изменении кинетической энергии : методические указания / Ю. А. Иванов, Л. В. Колпакова, Л. И. Погребная. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2009. – 22 с. (+ ЭБ).

3 Колпакова Л. В. Дифференциальные уравнения движения материальной точки : методические указания / Л. В. Колпакова, Л. И. Погребная. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2009. – 27 с.

4 Диевский, В. А. Теоретическая механика. Интернет-тестирование базовых знаний / В. А. Диевский. – СПб. : Изд-во «Лань», 2010. – 143 с.

5 Яблонский А.А. Курс теории колебаний: учебное пособие / А.А. Яблонский, С.С. Норейко. – Изд. 5-е, стер. – СПб: «БХВ – Петербург», 2007. – 336 с.

**Дополнительная литература**

1 Тарг, С. М. Краткий курс теоретической механики : учебник для вузов / С. М. Тарг. – М. : Высшая школа, 2010. – 416 с.

2 Яблонский, А. А. Курс теоретической механики : учебное пособие / А. А. Яблонский, В. М. Никифорова. – Изд. 14-е, стер. – СПб. : Изд-во «Лань», 2007. – 603 с.

**Вспомогательная литература**

1 Мещерский И. В. Задачи по теоретической механике : учебное пособие для вузов / И. В. Мещерский. – Изд. 50-е, стер. СПб. : Изд-во «Лань», 2005. – 448 с.

2 Никитин Н. Н. Курс теоретической механики / Н. Н. Никитин. – М. : Высшая школа, 1990. – 607 с.

3 Бутенин Н.В. Введение в аналитическую механику / Н.В. Бутенин. – М.: Наука, 1971. – 264 с.

4 Бутенин Н.В. Курс теоретической механики, том 2 (Динамика): учебник для вузов /Н.В. Бутенин, Я.Л. Лунц, Д.Р. Меркин – М.: Наука, 1985. – 496 с.

5 Иванов Ю.А. Динамика механической системы: методические указания / Ю.А. Иванов, Л.В. Колпакова, Л.И. Погребная. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2003 –68 с.

**8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:  
<http://media.technolog.edu.ru;>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» [https://technolog.bibliotech.ru/;](https://technolog.bibliotech.ru/)

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Аналитическая механика и теория колебаний» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКВД. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 016-2014. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной информационно-образовательной среды.

### **10.2. Программное обеспечение.**

Microsoft Office (Microsoft Excel, Microsoft Power Point).

### **10.3. Информационные справочные системы.**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

## **11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на 60 посадочных мест.

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс, оборудованный персональными компьютерами, объединенными в сеть.

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Аналитическая механика и теория колебаний»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка<sup>1</sup></b>	<b>Этап формирования<sup>2</sup></b>
ПК-1	Способен к систематическому изучению научно-технической и патентной информации, <b>отечественного</b> и зарубежного опыта по профилю подготовки	промежуточный
ПК-5	Способен планировать <b>отдельные этапы</b> научно-исследовательских работ, участвовать в проведении экспериментов на действующих машинах и экспериментальных макетах, а также в обработке результатов экспериментальных исследований	промежуточный

**2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-1.2 Методы аналитической динамики применительно к анализу поведения элементов оборудования в условиях переменных	<b>Знает:</b> основные понятия аналитической механики и теории колебаний и вытекающие из них методы изучения равновесия и движения сложных механических систем, в частности, методы изучения колебательного движения систем; <b>Владет:</b>	1-16	Даёт ответы с ошибками	Отвечает с наводящими вопросами	Отвечает полно и грамотно

<sup>1</sup> **жирным шрифтом** выделена та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты)

<sup>2</sup> этап формирования компетенции выбирается по п.2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие.)

нагрузок	<p>навыками анализа полученных результатов и исследования их зависимости от различных параметров, навыками по применению типовых методов аналитической механики и теории колебаний для исследования и решения задач механики применительно к оборудованию и механизмам, используемых в профессиональной деятельности;</p> <p><b>Умеет:</b> использовать полученные знания для решения соответствующих конкретных задач техники; выбирать и применять в научно-исследовательской и профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования.</p>				
ПК- 5.1. Оценка влияния вибраций на надежность и долговечность оборудования	<p><b>Знает:</b> методы анализа негативного влияния вибраций на работу технологического оборудования, в том числе с использованием экспериментального материала;</p> <p><b>Владеет:</b> навыками планирования этапов научных исследований;</p> <p><b>Умеет:</b> оформлять отчеты и презентации по результатам анализа динамики механических систем и элементов оборудования, а также в обработке результатов экспериментальных исследований.</p>	17-40	Даёт ответы с ошибками	Отвечает с наводящими вопросами	Отвечает полно и грамотно

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

если по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета, то результат оценивания – «зачтено», «не зачтено»;

если по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и (или) курсового проекта (работы), то шкала оценивания – балльная.

### 3 Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

#### Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-1, ПК-5.

##### 3.1 Вопросы к экзамену

- 1 Свободные и несвободные механические системы.
- 2 Общий вид аналитических выражений для ограничений, налагаемых на положения и скорости точек механической системы.
- 3 Односторонние (неудерживающие) и двусторонние (удерживающие) связи. Примеры.
- 4 Стационарные (склерономные) и нестационарные (реономные) связи. Примеры.
- 5 Геометрические (голономные) и кинематические (неголономные) связи. Примеры.
- 6 Возможные (виртуальные) перемещения точек механической системы.
- 7 Идеальные связи. Примеры.
- 8 Принцип возможных перемещений (необходимость и достаточность).
- 9 Обобщенные координаты.
- 10 Возможные перемещения точек механической системы как линейные однородные функции независимых вариаций обобщенных координат.
- 11 Обобщенные силы.
- 12 Обобщенные силы потенциального поля.
- 13 Принцип возможных перемещений в обобщенных координатах
- 14 Общее уравнение динамики механической системы.
- 15 Общее уравнение динамики механической системы в обобщенных силах.
- 16 Обобщенные силы инерции точек механической системы.
- 17 Уравнения Лагранжа второго рода.
- 18 Уравнения Лагранжа для систем, находящихся в потенциальных силовых полях, Функция Лагранжа.
- 19 Циклические координаты и циклические интегралы. Примеры.
- 20 Структура кинетической энергии механической системы как функции обобщенных скоростей.
- 21 Обобщенный интеграл энергии (интеграл Якоби). Частный случай консервативных механических систем.
- 22 Функция рассеяния Рэлея (диссипативная функция). Её зависимость от обобщенных скоростей.
- 23 Обобщенные силы сопротивления.
- 24 Уравнения Лагранжа второго рода для систем, находящихся под действием потенциальных и диссипативных сил.
- 25 Механический смысл диссипативной функции.
- 26 Уравнения равновесия консервативной механической системы в обобщенных координатах.
- 27 Устойчивость равновесия (определение).
- 28 Теорема Лагранжа – Дирихле.
- 29 Критерий Сильвестра.
- 30 Обобщенные коэффициенты инерции, жесткости и сопротивления для малых движений.
- 31 Малые свободные колебания консервативной механической системы с одной степенью свободы. Их свойства.

- 32 Влияние линейного сопротивления на свободные колебания системы с одной степенью свободы.
- 33 Декремент и логарифмический декремент колебаний.
- 34 Аperiodическое движение.
- 35 Виды возмущающих сил.
- 36 Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы без учета сопротивления (случай отсутствия резонанса).
- 37 Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы без учета сопротивления (случай резонанса).
- 38 Биения.
- 39 Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы при наличии линейного сопротивления.
- 40 Коэффициент динамичности.

**4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2014. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.