



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Строительной механики

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2023 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Аналитическая динамика и теория колебаний

направление подготовки/специальность 15.03.03 Прикладная механика

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2023

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью преподавания аналитической динамики и теории колебаний - дисциплины профессионального цикла является усвоение слушателями основ знаний для успешного овладения дисциплинами общего инженерного образования: строительной механики машин, экспериментальной механики и др.

Основной задачей изучения аналитической динамики и теории колебаний является развитие у студентов правильных представлений о взаимодействии тел, преобразовании систем сил, механическом движении, устойчивости и колебаний, а также овладение основными методами исследований указанных процессов, что необходимо будущему специалисту в успешной производственной, научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности.

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ОПК-11 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии	ОПК-11.4 Демонстрирует применение физико-математического аппарата и современных компьютерных технологий для решения проблемы профессиональной деятельности	<b>знает</b> Методы исследования движения твердых тел и механических систем. Методы составления дифференциальных уравнений движения твердых тел и механических систем. Методы нахождения решения дифференциальных уравнений движения твердых тел и механических систем. <b>умеет</b> Исследовать движение твердых тел и механических систем. Составлять дифференциальные уравнения движения твердых тел и механических систем. Решать дифференциальные уравнения движения твердых тел и механических систем. <b>владеет</b> Навыком исследования движения твердых тел и механических систем. Навыком составления дифференциальных уравнений движения твердых тел и механических систем. Навыком нахождения решения дифференциальных уравнений движения твердых тел и механических систем.
ОПК-12 Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности	ОПК-12.1 Демонстрирует понимание современных тенденций развития техники и технологий	<b>знает</b> Какие задачи аналитической динамики и теории колебаний наиболее актуальны <b>умеет</b> Определять какие задачи аналитической динамики и теории колебаний актуальны <b>владеет</b> Пониманием какие задачи аналитической динамики и теории колебаний актуальны

ОПК-2 Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации	ОПК-2.3 Демонстрирует применение специализированного программного обеспечения в соответствии с заданием	<p><b>знает</b> Какое специализированное программное обеспечение можно применить в соответствии с заданием в рамках аналитической динамики и теории колебаний</p> <p><b>умеет</b> Применять специализированное программное обеспечение в соответствии с заданием по аналитической динамике и теории колебаний</p> <p><b>владеет</b> Навыком применения специализированным программным обеспечением для решения задач аналитической динамики и теории колебаний</p>
--	---	--

### 3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.22 основной профессиональной образовательной программы 15.03.03 Прикладная механика и относится к обязательной части учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Теоретическая механика	ОПК-1.2, ОПК-1.6, ОПК-4.3
2	Физика	УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.5
3	Высшая математика	УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4

Теоретическая механика

знать: элементы теории поля, квадратичные формы и вариационное исчисление

уметь: применять знания, полученные по вышеперечисленным разделам при изучении

теоретической механики

владеть: дифференциальным и интегральным исчислением; навыками интегрирования

дифференциальных уравнений

Физика

Высшая математика

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Теория упругости	ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.6, ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3
2	Проектная практика	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-1.6, ПК-1.7, ПК-1.8, ПК-1.9, ПК-1.10, ПК-1.11

3	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	<p>УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-1.6, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-3.5, УК-3.6, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, УК-4.4, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-6.5, УК-7.1, УК-7.2, УК-7.3, УК-7.4, УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3, УК-8.4, УК-9.1, УК-9.2, УК-9.3, УК-10.1, УК-10.2, УК-10.3, УК-10.4, УК-10.5, УК-11.1, УК-11.2, УК-11.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.6, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.4, ОПК-3.5, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3, ОПК-7.4, ОПК-7.5, ОПК-8.1, ОПК-8.2, ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3, ОПК-9.4, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-11.4, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3, ОПК-14.1, ОПК-14.2, ОПК-14.3, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-1.6, ПК-1.7, ПК-1.8, ПК-1.9, ПК-1.10, ПК-1.11, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-4.4, ПК-4.5, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-5.4, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-6.4, ПК-6.5, ПК-6.6, ПК-6.7, ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3, ПК-7.4, ПК-7.5, ПК-8.1, ПК-8.2, ПК-8.3, ПК-8.4, ПК-8.5, ПК-8.6, ПК-8.7, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6, ПК(Ц)-2.1, ПК(Ц)-2.2, ПК(Ц)-2.3, ПК(Ц)-2.4, УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-5.4, УК-5.5, УК-5.6</p>
---	--	---

**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**

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр
			4
<b>Контактная работа</b>	64		64
Лекционные занятия (Лек)	32	0	32
Практические занятия (Пр)	32	0	32
<b>Иная контактная работа, в том числе:</b>	1,05		1,05
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	0,4		0,4
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,4		0,4
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	0,25		0,25
<b>Часы на контроль</b>	26,75		26,75
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	52,2		52,2
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>			
<b>часы:</b>	144		144
<b>зачетные единицы:</b>	4		4

**5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**5.1. Тематический план дисциплины (модуля)**

№	Разделы дисциплины	Семестр	Контактная работа (по учебным занятиям), час.						СР	Всего, час.	Код индикатора достижения компетенции
			лекции		ПЗ		ЛР				
			всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку			
1.	1 раздел. Аналитическая динамика										
1.1.	Основные положения аналитической динамики	4	12		12			16	40	ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-12.1	
2.	2 раздел. Теория колебаний										
2.1.	Устойчивость равновесия системы в консервативном силовом поле	4	2		2			4	8	ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-12.1	
2.2.	Колебания систем с одной степенью свободы	4	8		8			16,1	32,1	ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-12.1	
2.3.	Колебания систем с конечным числом степеней свободы	4	10		10			16,1	36,1	ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-12.1	
3.	3 раздел. Иная контактная работа										
3.1.	Контрольная работа	4							0,8	ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-12.1	
4.	4 раздел. Контроль										
4.1.	Экзамен	4							27	ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-12.1	

### 5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Основные положения аналитической динамики	Основные положения аналитической динамики Предмет и задачи аналитической динамики. Типы механических систем и связей. Возможные и виртуальные перемещения. Идеальные связи. Степени свободы. Обобщенные координаты, обобщенные силы. Потенциальная энергия. Кинетическая энергия. Общее уравнение динамики. Уравнение Лагранжа II рода.
2	Устойчивость равновесия системы в консервативном силовом поле	Устойчивость равновесия системы в консервативном силовом поле малые колебания системы около положения устойчивого равновесия. Теорема Лагранжа-Дирихле. Критерий Сильвестра.
3	Колебания систем с одной степенью свободы	Колебания систем с одной степенью свободы Свободные, вынужденные колебания систем с одной степенью свободы. Учет сил сопротивления при исследовании колебаний систем с одной степенью свободы.
4	Колебания систем с конечным числом степеней свободы	колебания систем с конечным числом степеней свободы Свободные и вынужденные колебания систем с конечным числом степеней свободы. Учет сил сопротивления при исследовании колебаний систем с конечным числом степеней свободы. динамический гаситель колебаний.

### 5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Основные положения аналитической динамики	Основные положения аналитической динамики Законы и вариационные принципы механики
2	Устойчивость равновесия системы в консервативном силовом поле	Устойчивость равновесия системы в консервативном силовом поле Критерий Сильвестра
3	Колебания систем с одной степенью свободы	колебания систем с одной степенью свободы Свободные, вынужденные колебания систем с одной степенью свободы. Учет сил сопротивления при исследовании колебаний систем с одной степенью свободы.
4	Колебания систем с конечным числом степеней свободы	Колебания систем с конечным числом степеней свободы Свободные и вынужденные колебания систем с конечным числом степеней свободы. Учет сил сопротивления при исследовании колебаний систем с конечным числом степеней свободы.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Основные положения аналитической динамики	Основные положения аналитической динамики Изучение материала, подготовка к практическим занятиям, решение задачи 1 контрольной работы
2	Устойчивость равновесия системы в консервативном силовом поле	Устойчивость равновесия системы в консервативном силовом поле Изучение материала, подготовка к практическим занятиям

3	Колебания систем с одной степенью свободы	колебания систем с одной степенью свободы Изучение материала, выполнение задачи 2 контрольной работы, подготовка к практическим занятиям
4	Колебания систем с конечным числом степеней свободы	Колебания систем с конечным числом степеней свободы Изучение материала, решение задачи 3 контрольной работы, подготовка к практическим занятиям



## 6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, практических занятий, предполагающих закрепление изученного материала и формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех средств и возможностей современных образовательных технологий.

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- выполнение задач контрольных работ.

Залогом успешного освоения этой дисциплины является обязательное посещение лекционных и практических занятий, так как пропуск одного (тем более нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса. На практических занятиях материал, изложенный на лекциях, закрепляется выполнением контрольных работ по темам дисциплины согласно РПД.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться с содержанием РПД для студентов очной формы обучения, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы и подготовки к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;
- выполнить практические в рамках изучаемой темы;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины является экзамен. Студенты, не прошедшие аттестацию по графику сессии, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

## 7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Основные положения аналитической динамики	ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-12.1	устный опрос, решение задач
2	Устойчивость равновесия системы в консервативном силовом поле	ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-12.1	устный опрос, решение задач
3	Колебания систем с одной степенью свободы	ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-12.1	устный опрос, решение задач
4	Колебания систем с конечным числом степеней свободы	ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-12.1	устный опрос, решение задач
5	Контрольная работа	ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-12.1	
6	Экзамен	ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-12.1	

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Контрольная работа №1

(комплект заданий для контрольной работы)

( для проверки сформированности индикатора достижений компетенций (ОПК-2.3; ОПК-11.4; ПК-12.1)

контрольная работа размещена по адресу: ЭИОС / СДО Moodle / Кафедры / Строительной механики (<https://moodle.spbgasu.ru/course/index.php?categoryid=338>).

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;</li><li>- точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;</li><li>- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</li></ul> <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</li></ul> <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li><li>- владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;</li><li>- применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий;</li><li>- грамотно обосновывает ход решения задач;</li><li>- безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;</li><li>- творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</li></ul>
---------------------------------------	--

<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы; - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</p> <p>навыки: - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий; - обосновывает ход решения задач без затруднений</p>
<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи</p> <p>навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;</p> <p>умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок</p> <p>навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### 7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Примерные теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Предмет и задачи курса. Терминология, принятые обозначения.
2. Классификация колебательных систем. Число степеней свободы.
3. Классификация колебательных процессов.
4. Классификация сил участвующих в колебательных процессах.
5. Методы составления уравнений движения.
6. Свободные колебания одномассовых систем. Фазовый портрет колебательного процесса.
7. Вынужденные колебания одномассовых систем.
8. Явление резонанса в колебаниях одномассовых систем. Коэффициент динамичности системы.
9. Явление биения. Примеры.
10. Свободные колебания одномассовых систем при наличии вязкого сопротивления.
11. Декременты затухания при наличии в системе вязкого сопротивления.
12. Вынужденные колебания систем с диссипацией.
13. Свободные колебания систем с двумя степенями свободы.
14. Понятие собственных форм и частот колебаний на примере систем с двумя степенями свободы.
15. Свойства собственных форм колебаний. Главные или нормальные координаты.
16. Динамический гаситель колебаний.
17. Вынужденные колебания систем с двумя степенями свободы.
18. Метод разложения по собственным формам в задачах о вынужденных колебаниях.
19. Принцип Гамильтона.
20. Параметрические колебания. Автоколебания.
21. Уравнение Лагранжа II рода
22. Кинетическая энергия механической системы с одной, двумя и  $s$  степенями свободы
23. Потенциальная энергия механической системы с одной, двумя и  $s$  степенями свободы
24. Устойчивость положения равновесия механической системы
25. Теорема Лагранжа-Дирихле. Критерий Сильвестра.
26. Общее уравнение динамики.
27. Обобщенные координаты и число степеней свободы. Обобщенные скорости
28. Вариационные принципы механики
29. Функция Лагранжа. Уравнение Лагранжа
30. Влияние сил сопротивления на колебания систем с конечным числом степеней свободы.

#### 7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

для контроля формирования компетенции ОПК-2.3; ОПК-11.4; ПК-12.1 предусмотрены, следующие задачи:

Практические задания размещены по адресу ЭИОС / СДО Moodle / Кафедры / Строительной механики (<https://moodle.spbgasu.ru/course/index.php?categoryid=338>).

#### 7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Курсовая работа по учебному плану не предусмотрена

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п.7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п.7.2.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. В экзаменационный билет включено два теоретических вопроса и практическое задание, соответствующие содержанию формируемых компетенций. Экзамен проводится в устной форме. Для подготовки по

экзаменационному билету отводится 40 минут.

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы	Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	Уровень освоения компетенции «продвинутой». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка

<p>знания</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</p>
<p>умения</p>	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок Ответил на все дополнительные вопросы.</p>

владение навыками	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий.</p> <p>Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач.</p> <p>Делает некорректные выводы.</p> <p>Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий.</p> <p>Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач.</p> <p>Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов.</p> <p>Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий.</p> <p>Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач</p> <p>Делает корректные выводы по результатам решения задачи.</p> <p>Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий.</p> <p>Не допускает ошибок при выполнении заданий.</p> <p>Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий.</p> <p>Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>
-------------------	---	--	---	---

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

## 8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

### 8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<b><u>Основная литература</u></b>		
1	Богомаз И.В., Воротынова О.В., Чабан Е.А., ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА. Том 4. Динамика. Аналитическая механика, Москва: АСВ, 2011	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930937459.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930937459.html</a>
2	Алдошин Г. Т., Аналитическая динамика и теория колебаний, Санкт-Петербург: Лань, 2022	<a href="https://e.lanbook.com/book/213161">https://e.lanbook.com/book/213161</a>
3	Богомаз И.В., Теоретическая механика. Том 3. Динамика. Аналитическая механика, Москва: АСВ, 2011	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930938333.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930938333.html</a>
<b><u>Дополнительная литература</u></b>		
1	Левин В. Е., Красноруцкий Д. А., Аналитическая механика. Сборник задач, Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/91320.html">http://www.iprbookshop.ru/91320.html</a>

2	Бутенин Н. В., Лунц Я. Л., Меркин Д. Р., Курс теоретической механики, , 2009	<a href="https://e.lanbook.com/book/29">https://e.lanbook.com/book/29</a>
---	--	---

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
теоретическая механика и аналитическая механика	<a href="http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/theoretical.htm">http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/theoretical.htm</a>

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Электронно-библиотечная система издательства "Консультант студента"	<a href="https://www.studentlibrary.ru/">https://www.studentlibrary.ru/</a>
Тех.Лит.Ру - техническая литература	<a href="http://www.tehlit.ru/">http://www.tehlit.ru/</a>
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	<a href="http://www.spbgasu.ru">www.spbgasu.ru</a>
Российская государственная библиотека	<a href="http://www.rsl.ru">www.rsl.ru</a>
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
Электронно-библиотечная система издательства "IPRsmart"	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	<a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронная библиотека Ирбис 64	<a href="http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/">http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/</a>
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/">https://moodle.spbgasu.ru/</a>

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
Math Cad версия 15	Сублицензионное соглашение на использование продуктов "РТС" с ООО "Софт Лоджистик" договор №20716/SPB9 2010 г. Лицензия бессрочная
Лира	Соглашение о сотрудничестве №СС002 от 12.11.2013 с ООО "ЛИРА софт". Лицензия бессрочная
Notepad++ версия 7.7.1	Свободно распространяемое
Ramus Educational версия 1.11	Свободно распространяемое



## 8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

### Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
59. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Учебная аудитория для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации – комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.
59. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.
59. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ.

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.