

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I»  
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Механика и прочность материалов и конструкций»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

*дисциплины*

«Динамика и устойчивость сооружений» (Б1.О.19)

для специальности

«Строительство уникальных зданий и сооружений» (08.05.01)

по специализации

«Строительство высотных и большепролётных зданий и сооружений»

Форма обучения – очная

Санкт-Петербург  
2025

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена, обсуждена на заседании кафедры  
«Механика и прочность материалов и конструкций»  
Протокол № 6 от « 18 » декабря 2024 г.

Заведующий кафедрой  
«Механика и прочность материалов и  
конструкций»  
« 18 » декабря 2024 г.

\_\_\_\_\_

С.А. Видюшенков

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО  
« 18 » декабря 2024 г.

\_\_\_\_\_

Г.А. Богданова

## 1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Динамика и устойчивость сооружений» (Б1.О.19) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» (далее - ФГОС ВО), утвержденного «31» мая 2017 г., приказ Минобрнауки России № 483.

Целью изучения дисциплины является обеспечение теоретической фундаментальной подготовки студентов для решения прикладных задач строительной отрасли, обеспечение подготовки к расчетному обоснованию проектных решений зданий и сооружений.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- **приобретение умений** проводить оценку адекватности результатов математического моделирования, формулировать предложения по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности;
- **приобретение умений** составлять расчётную схему здания (сооружения), определять условия работы элемента строительных конструкций при восприятии внешних нагрузок;
- **приобретение навыков** по оценке прочности, жёсткости и устойчивости элемента строительных конструкций, в т. ч. с использованием прикладного программного обеспечения;
- **приобретение знаний** по динамическим расчетам стержневой системы.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе магистратуры индикаторами достижения компетенций

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются приобретение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, приведенными в таблице 2.1.

Таблица 2.1.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-1.</b> Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук.	
<b>ОПК-1.2.1</b> Умеет решать прикладные задачи строительной отрасли с использованием методов фундаментальных наук	Обучающийся <i>умеет</i> решать прикладные задачи строительной отрасли с использованием методов фундаментальных наук

## 3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)».

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 4.1.

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий) В том числе:	64
– лекции (Л)	32
– практические занятия (ПЗ)	32
– лабораторные работы (ЛР)	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	40
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3
Общая трудоемкость: час / з.е.	108/3

#### 5. Структура и содержание дисциплины

##### 5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

Таблица 5.1.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Введение. Основные понятия	<i>Лекция 1</i> Введение. Классификация колебательных процессов (по причине возникновения колебаний, по кинематическому признаку). Классификация динамических систем (по числу степеней свободы, по характеру изменения полной энергии системы, по типу математической модели). <i>Самостоятельная работа.</i> 1. Изучение вопросов для приобретения знаний по разделу дисциплины: 2.Классификация динамических систем (по числу степеней свободы (2 часа)	ОПК-1.2.1
2	Движение системы с одной степенью свободы	<i>Лекция 2.</i> Модель системы с одной степенью свободы (возмущающая сила, сила инерции, сила упругости, диссипативные силы). Способы составления уравнения движения. Свободные колебания. Решение уравнения для консервативной системы и при	ОПК-1.2.1

		<p>учете диссипации. Вязкое трение.</p> <p><i>Лекции 3, 4, 5.</i> Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы. Графики движения. Динамический коэффициент. Амплитудно-частотная характеристика. Внезапно приложенная нагрузка. Периодическое возбуждение. Кратковременный импульс. Произвольная нагрузка. Действие линейно возрастающей силы. Вынужденные колебания при кинематическом воздействии. Динамическое действие подвижной нагрузки.</p> <p><i>Практические занятия 1, 2, 3.</i> Определение жесткости и податливости. Последовательное и параллельное соединение элементов. Расчет систем ( статически определимых и неопределимых рам) с одной степенью свободы</p> <p><i>Практическое занятие 4.</i> Проверочная работа №1: Определение частоты свободных колебаний системы с одной степенью свободы.</p> <p><i>Самостоятельная работа.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изучение вопросов для приобретения знаний по разделу дисциплины:</li> <li>2. Изучение колебания системы с одной степенью свободы. Графики движения. Динамический коэффициент. (4 часа)</li> </ol>	
3	Системы с конечным числом степеней свободы	<p><i>Лекции 6, 7, 8.</i> Способы составления уравнений движения. Уравнения движения в матричной форме. Матрица масс. Матрица диссипативных коэффициентов. Эквивалентность двух форм матричной записи дифференциальных уравнений движения. Свободные колебания консервативной системы с конечным числом степеней свободы. Решение уравнения свободных колебаний. Собственные частоты, собственные формы, собственные числа и векторы. Бегущие и стоячие волны. Вынужденные колебания систем с конечным числом степеней свободы. Вибрационная нагрузка. Амплитудно-частотная характеристика. Произвольное динамическое воздействие. Решение разложением по собственным формам. Произвольное динамическое воздействие. Численное интегрирование.</p> <p><i>Практические занятия 5, 6.</i></p> <p>Статически определимая рама с двумя динамическими степенями свободы. Модальный анализ. Расчет на гармоническое воздействие.</p>	ОПК-1.2.1

		<p><i>Практическое занятие 7.</i> Модальный анализ системы с конечным числом степеней свободы с использованием современного программного обеспечения.</p> <p><i>Самостоятельная работа.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изучение вопросов для приобретения знаний по разделу дисциплины:</li> <li>2. Изучение колебания системы с конечным числом степеней свободы. Графики движения. (8 часов)</li> </ol>	
4	Расчет сооружений на сейсмические воздействия	<p><i>Лекции 9, 10.</i> Общие сведения о землетрясениях. Графики и приборы для изучения колебаний поверхности земли. Характеристики землетрясений. Статическая теория. Волновая теория. Расчет по заданным акселерограммам. Спектральный метод.</p> <p><i>Практическое занятие 8</i> Расчет по спектральным кривым с использованием современного программного обеспечения.</p> <p><i>Самостоятельная работа.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изучение вопросов для приобретения знаний по разделу дисциплины:</li> <li>2. Изучение форм колебания системы с конечным числом степеней свободы. Спектральный метод расчета. (4 часа)</li> </ol>	ОПК-1.2.1
5	Расчет сооружений на ветровые воздействия	<p><i>Лекция 11.</i> Ветровая нагрузка. Средняя скорость. Пульсационная составляющая скорости. Распределение скоростей ветра по высоте. Энергетический спектр процесса. Динамические эффекты в потоке воздуха постоянной скорости (ветровой резонанс, бафтинг, флаттер)</p> <p><i>Практическое занятие 9.</i> Расчет на ветровое воздействие с использованием современного программного обеспечения.</p> <p><i>Самостоятельная работа.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изучение вопросов для приобретения знаний по разделу дисциплины:</li> <li>2. Изучение динамических эффектов в потоке воздуха постоянной скорости (ветровой резонанс, бафтинг, флаттер). (4 часа)</li> </ol>	ОПК-1.2.1
6	Системы с бесконечным числом степеней свободы	<p><i>Лекция 12.</i> Уравнения динамического равновесия систем с распределенными параметрами. Граничные и начальные условия. Уравнения продольных и изгибных колебаний стержней. Метод разделения переменных. Функции Крылова. Волны.</p> <p><i>Самостоятельная работа.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изучение вопросов для приобретения знаний по разделу дисциплины:</li> </ol>	ОПК-1.2.1

		2. Изучение форм колебания системы с распределенными параметрами. Граничные и начальные условия. (4 часа)	
7	Введение в теорию устойчивости сооружений	<p><i>Лекции 13, 14.</i> О понятии «Устойчивость». Типы потери устойчивости. Потеря устойчивости в смысле Эйлера. Потеря устойчивости с перескоком. Потеря устойчивости при действии следящей силы.</p> <p>Методы решения задач устойчивости. Метод Эйлера – бифуркационный критерий. О влиянии неидеальностей. Энергетический критерий. Динамический критерий.</p> <p><i>Практические занятия 10, 11</i> Расчет на устойчивость систем с одной и двумя степенями свободы.</p> <p><i>Самостоятельная работа.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изучение вопросов для приобретения знаний по разделу дисциплины:</li> <li>2. Изучение методов решения задач устойчивости. Потеря устойчивости. Критерии. (6 часов)</li> </ol>	ОПК-1.2.1
8	Расчет на устойчивость плоских рам	<p><i>Лекции 15, 16.</i> Устойчивость прямолинейного сжато-изогнутого стержня. Решение (интеграл) уравнения равновесия деформированного состояния сжато-изогнутого стержня. Сжато-изогнутые рамы. Чисто сжатые рамы. Метод перемещений в расчете устойчивости (чисто сжатых) рам. О реализации классической постановки решения задачи устойчивости в программных комплексах.</p> <p><i>Практическое занятие 12.</i> Расчет плоской рамы на устойчивость методом перемещений (одно неизвестное)</p> <p><i>Практические занятия 13, 14.</i> Расчет плоской рамы на устойчивость методом перемещений (два неизвестных)</p> <p><i>Практическое занятие 15.</i> Проверочная работа: Расчет плоской рамы на устойчивость методом перемещений (одно неизвестное)</p> <p><i>Практические занятия 16.</i> Расчет рамы на устойчивость с использованием современного программного обеспечения.</p> <p><i>Самостоятельная работа.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изучение вопросов для приобретения знаний по разделу дисциплины:</li> <li>2. Изучение метода перемещений в решения задач устойчивости плоских рам. (8 часов)</li> </ol>	ОПК-1.2.1

## 5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 5.2.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение. Основные понятия	2	-	-	2	4
2	Движение системы с одной степенью свободы	8	8	-	4	20
3	Системы с конечным числом степеней свободы	6	6	-	8	20
4	Расчет сооружений на сейсмические воздействия	4	2	-	4	10
5	Расчет сооружений на ветровые воздействия	2	2	-	4	8
6	Системы с бесконечным числом степеней свободы	2	-	-	4	6
7	Введение в теорию устойчивости сооружений	4	4	-	6	14
8	Расчет на устойчивость плоских рам	4	10	-	8	22
	<b>Итого</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>40</b>	<b>104</b>
<b>Контроль</b>						<b>4</b>
<b>Всего (общая трудоемкость, час.)</b>						<b>108</b>

### 6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине является неотъемлемой частью рабочей программы и представлены отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

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

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведенное в разделе 8 рабочей программы.

2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные средства по дисциплине).

3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

## **8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации программы магистратуры по дисциплине**

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном (стационарным или переносным), маркерной доской и (или) меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным или переносным).

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Для проведения лабораторных работ используется лаборатория кафедры, оборудованная следующими установками и специальной техникой, используемыми в учебном процессе.

№ ауд.	Предназначение аудитории	Посад. мест	Оборудование	Инв. номер	год закупки
3-312	лекционная мультимедийной установкой	124	Проектор мультимедиа Mitsubishi XL5980	40005040	2006
			Экран Screenmedia с электроприводом и пультом	40005041	2006
			Комп. Системный блок SINTO-Office+ монитор LG TET 23	3400000257	2017
			Учебная испытательная машина МИ-40У	40005252	2006
			Микрофон петличный беспроводной	40005042	2006
			Акустическая система	40005044 -	2006
			Усилитель	40005050	2006
3-311	для практических занятий	44	-	-	-
3-310	для практических занятий	30	-	-	-
3-205	для практических занятий	42	-	-	-

2-316в	Учебная лаборатория	28	Учебная испытательная машина на разрыв Р-5	00377008	1983
			Пресс Бринелля с механическим приводом	01336130	
			Испытательный пресс С04N 1500/350 кН	40015373	2013
			Универсальный лабораторный стенд по сопротивлению материалов СМ-1	40006108	2007
			Учебная разрывная машина МИ-20УМ	40005251	2006
			Универсальный лабораторный стенд по сопротивлению материалов СМ-2	40006107	2007
			Монтажная рама универсальная настольная SE 112 G.U.N.T.	40019164	2015
			Набор для изучения влияния нагрузки на кабель	40019165	2015
			Проектор EpsonEBX41+ экран	3400000305	2018
2-503 <sup>а</sup>	Вычислительная лаборатория	15	Компьютер Intel P E6750 Core2 Duo	40008180	2008
			Компьютер Intel P E6750 Core2 Duo	40008181	2008
			Компьютер Intel P E6750 Core2 Duo	40008182	2008
			Компьютер Intel P E6750 Core2 Duo	40008183	2008
			Компьютер Intel P E6750 Core2 Duo	40008184	2008
			Компьютер Intel P E6750 Core2 Duo	40008185	2008
			Компьютер Intel P E6750 Core2 Duo	40008186	2008
			Компьютер Intel P E6750 Core2 Duo	40008187	2008
			Компьютер Intel P E6750 Core2 Duo	40008188	2008
Компьютер Intel P E6750 Core2 Duo	40008189	2008			

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

8.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

- MicrosoftWord 2010;
- MicrosoftExcel 2010;
- MicrosoftPowerPoint 2010;
- ПК SCAD;
- ПК Лира.

8.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных.

При изучении дисциплины профессиональные базы данных не используются.

8.4. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным справочным системам:

При изучении дисциплины информационные справочные системы не используются.

8.5. Перечень печатных изданий, используемых в образовательном процессе:

Перечень основной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины:

Основная литература:

1. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений [Электронный ресурс] : / Г. В. Васильков, З. В. Буйко. - СПб [и др.] : Лань, 2022. - 256, [1] с. : ил. ; 21 см. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 252-254. - 1000 экз. - ISBN 978-5-8114-1334-8

2. Современные задачи динамики сооружений : учеб. пособие / Б. М. Алахвердов, И. И. Рыбина., Э.Д. Трощенко - СПб.: ПГУПС, 2017. - 62с.

3. Динамика и устойчивость сооружений: учеб. пособие / Суровин П.Г., Круглов А.И. – Новосибирск, - Сиб.ГУПС. 2024. — 139 с. — ISBN 978-5-8114-0555-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211427>.

Дополнительная литература:

1. Строительная механика [Электронный ресурс] : учеб. / А. В.Дарков, Н. Н.Шапошников . - 11-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2008. - 655 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0576-3.

2. Строительная механика. Примеры и задачи : учеб.пособие: для вузов] / С. В. Елизаров [и др.] ; ред. С. В. Елизаров. - СПб. : ПГУПС, 2009. - 460 с. : ил. - ISBN 978-5-7641-0202-3 : 130.1 р.

3. Строительная механика. Примеры и задачи : учеб. пособие: для вузов] / С. В. Елизаров [и др.] ; ред. С. В. Елизаров. - СПб. : ПГУПС, 2009. - 460 с. : ил. - ISBN 978-5-7641-0202-3

Перечень нормативно-правовой документации, необходимой для освоения дисциплины:

СП 20. 13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*». [Электронный ресурс].: Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации 2016. – 104 с.: Режим доступа: <http://www.faufcc.ru/technical-regulation-in-cjnstruction/formulary-list/#form/>, свободный.- Загл. с экрана.

8.6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:

1. Личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).
2. Бесплатная библиотека документов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://norm-load.ru>, свободный. — Загл. с экрана.
3. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://e.lanbook.com> — Загл. с экрана.
  - 3.1. Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный. — Загл. с экрана.
  - 3.2. . Электронно-библиотечная система [ibooks.ru](http://ibooks.ru) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ibooks.ru/> — Загл. с экрана.
4. Профессиональные справочные системы Техэксперт–электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.cntd.ru/>, свободный— Загл. с экрана.
5. Федеральный центр нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве (ФАО ФЦС). Официальный сайт [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.faufcc.ru/technical-regulation-in-constuction/formulary-list/#form>, свободный. — Загл. с экрана.
6. Электронные учебные и учебно-методические материалы, размещенные на сайте кафедры в сети Интернет по адресу <http://kafedra-pmik.ru/library.php>

Разработчик рабочей программы,  
доцент каф. «Механика и прочность  
материалов и конструкций»

\_\_\_\_\_ Пеклов П.Н.

« 18 » декабря 2024 г.