

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 19.06.2026 15:13:47  
Уникальный программный ключ:  
3beb265d5d589e7ff4c954946f3ad99a1e70ac12

## **МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования

**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины: **Динамика и устойчивость транспортных сооружений**

специальность: 08.05.02 Строительство, эксплуатация, восстановление и техническое прикрытие автомобильных дорог, мостов и тоннелей

специализация: Строительство (реконструкция), эксплуатация и техническое прикрытие мостов и тоннелей

форма обучения: очная

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании базовой кафедры АО «Мостострой-11»

Протокол № 8 от 19.03.2026 г.

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель дисциплины:** освоение знаний и умений, необходимых строителю для решения задач в области анализа работы и расчета стержневых систем и их отдельных элементов, нагруженных статической и динамической нагрузкой на прочность, жесткость и устойчивость с использованием современного вычислительного аппарата.

### **Задачи дисциплины:**

- формирование у обучающихся знаний и умений использовать основные законы естественнонаучных дисциплин для расчетов стержневых систем на различные виды воздействий;
- изучение способов обеспечения необходимой прочности и устойчивости зданий и сооружений под действием статических и динамических нагрузок.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Динамика и устойчивость транспортных сооружений» относится к элективным дисциплинам части Блока 1, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

### **знания:**

- основных понятий, законов и методов моделирования, применяемых в строительной механике;
- аналитических методов расчета стержневых систем при различных видах деформаций с учетом их рационального проектирования.

### **умения:**

- выполнять кинематический анализ сооружения;
- выбирать рациональный метод расчета строительных конструкций для заданной расчетной схемы.

### **навыки:**

- применять методы строительной механики при оценке прочности, долговечности и надежности стержневых систем.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: «Математика», «Теоретическая механика», «Сопrotивление материалов»; «Строительная механика», служит основой для освоения дисциплин: «Проектирование мостовых сооружений».

### 3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

| Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)  | Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)  |
|---|---|--|
| ПКС-4. Способность управлять строительством мостовых сооружений и транспортных тоннелей | ПКС-4.2 Обеспечивает выполнение производственных программ с учетом технических, экономических и климатических условий строительства | <p><b>Знать:</b> физико-математические модели динамического поведения транспортных сооружений под подвижными нагрузками, климатические факторы (ветровой резонанс, перепады температур, сейсмике, морозное пучение) и нормативные требования к гашению колебаний;</p> <p><b>Уметь:</b> корректировать производственную программу с учетом сезонных и погодных ограничений, применять методы демпфирования для обеспечения устойчивости в сложных климатических условиях и оценивать экономические последствия от динамических воздействий на темпы строительства;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками оптимизации календарных графиков для минимизации рисков потери устойчивости на промежуточных этапах возведения, методами инструментального мониторинга вибраций в реальных погодных условиях и приемами технико-экономического анализа при выборе конструктивных решений по повышению динамической жесткости</p> |

### 4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Таблица 4.1.

| Форма обучения | Курс/ семестр | Аудиторные занятия/контактная работа, час. |                      |                      | Самостоятельная работа, час. | Контроль, час. | Форма промежуточной аттестации |
|----------------|---------------|--|----------------------|----------------------|------------------------------|----------------|--------------------------------|
|                |               | Лекции                                     | Практические занятия | Лабораторные занятия |                              |                |                                |
| Очная          | 4/8           | 14   | 28                   | -                    | 66                           | -              | зачет                          |

### 5. Структура и содержание дисциплины

#### 5.1. Структура дисциплины.

**очная форма обучения (ОФО)**

Таблица 5.1.1

| № п/п  | Структура дисциплины |                                  | Аудиторные занятия, час. |     |      | СРС, час. | Всего, час. | Код ИДК | Оценочные средства                      |
|--------|----------------------|----------------------------------|--------------------------|-----|------|-----------|-------------|---------|---|
|        | Номер раздела        | Наименование раздела             | Л.                       | Пр. | Лаб. |           |             |         |   |
| 1      | 2                    | 3                                | 4                        | 5   | 6    | 7         | 8           | 9       | 10                                      |
| 1      | 1                    | Устойчивость упругих систем      | 6                        | 8   | 0    | 16        | 30          | ПКС-4.2 | Задача №1, КР №1                        |
| 2      | 2                    | Динамика транспортных сооружений | 8                        | 20  | 0    | 46        | 74          |         | Задача №2, Задача №3, Задача №4, КР №2, |
| 3      | Зачет                |                                  |                          |     |      | 4         | 4           |         | Вопросы для зачета                      |
| Итого: |                      |                                  | 14                       | 28  | 0    | 66        | 108         | X       | X                                       |

**заочная форма обучения (ЗФО)**

Не реализуется

**очно-заочная форма обучения (ЗФО)**

Не реализуется

## 5.2. Содержание дисциплины.

## 5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

**Раздел 1. Устойчивость упругих систем**

Понятие устойчивого и неустойчивого равновесия (движения) стержневых систем. Виды устойчивости. Определение степени свободы. Критическая нагрузка и методы ее определения для систем с конечным числом степеней свободы с различной жесткостью элементов. Устойчивость стержня переменного сечения.

Исследование устойчивости систем с бесконечным числом степеней свободы. Формула Эйлера. Применение метода перемещений к расчету устойчивости плоских рам. Общие принципы использования метода. Вывод трансцендентного уравнения для определения критического параметра  $\nu$  для сжато-изогнутых стержней. Решение разрешающего уравнения методом деления отрезка пополам. Определение критических сил и коэффициентов приведенных длин.

**Раздел 2. Динамика транспортных сооружений**

Общие сведения о динамике деформируемых систем. Характерные виды динамических воздействий на строительные конструкции и задачи курса динамики сооружений. Число степеней свободы деформируемой системы. Силы инерции. Колебания систем с одной степенью свободы.

Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы. Действие внезапно приложенной силы. Динамический коэффициент без учета сил сопротивления. Действие периодической гармонической силы. Динамический коэффициент без учета сил сопротивления и с учетом сил инерции. Понятие о резонансе.

Свободные колебания системы с  $n$  степенями свободы. Уравнение движения. Методика определения спектра частот свободных колебаний. Формы колебаний. Ортогональность собственных форм колебаний.

Вынужденные колебания систем с конечным числом степеней свободы. Уравнение движения. Динамический расчет плоской рамы. Построение динамических эпюр внутренних усилий. Определение динамического коэффициента. Определение динамических перемещений в плоской раме.

Расчет стержневых систем на действие вибрационной нагрузки с учетом демпфирования. Кинематическое возбуждение колебаний. Основы спектральной теории расчета сооружений на сейсмические воздействия.

Колебания стержней с бесконечным числом степеней свободы. Уравнение движения для продольных колебаний стержня. Поперечные колебания стержня. Уравнение движения. Определение спектра и форм свободных колебаний

## 5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

### Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

| № п/п  | Номер раздела дисциплины | Объем, час. |     |      | Тема лекции  |
|--------|--------------------------|-------------|-----|------|--|
|        |                          | ОФО         | ЗФО | ОЗФО |  |
| 1      | 2                        | 3           | 4   | 5    | 6  |
| 1      | 1                        | 2           | 0   | 0    | Устойчивое равновесие. Потеря устойчивости. Критическая нагрузка. Методы расчета.  |
| 2      |                          | 2           | 0   | 0    | Устойчивость плоских рам, постановка задачи и схема решения при расчете на устойчивость 1-го рода.   |
| 3      |                          | 2           | 0   | 0    | Устойчивость центрально-сжатого прямого стержня  |
| 4      | 2                        | 2           | 0   | 0    | Общие понятия. Определение числа степеней свободы упругих систем. Колебания с одной степенью свободы.  |
| 5      |                          | 2           | 0   | 0    | Собственные колебания системы с $n$ степенями свободы. Главные формы колебаний. Частоты собственных колебаний рам. Определение приведенной массы.          |
| 6      |                          | 2           | 0   | 0    | Вынужденные периодические колебания системы с одной степенью свободы. Резонанс.  |
| 7      |                          | 2           | 0   | 0    | Вынужденные периодические колебания с $n$ степенями свободы. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы при действии непериодической нагрузки. |
| Итого: |                          | 14          | 0   | 0    | X  |

### Практические занятия

Таблица 5.2.2

| № п/п | Номер раздела дисциплины | Объем, час. |     |      | Тема практического занятия   |
|-------|--------------------------|-------------|-----|------|--|
|       |                          | ОФО         | ЗФО | ОЗФО |  |
| 1     | 1                        | 8           | -   | -    | Устойчивость системы с 2 степенями свободы. Приближенные методы расчета. Устойчивость рамы с двумя жесткими узлами |

|        |   |    |   |   |   |
|--------|---|----|---|---|---|
|        |   |    |   |   | при нелинейном нагружении. Устойчивость рамы с узловым и линейным смещением. Конструкция рама с одной неизвестной. Метод перемещений.   |
| 2      | 2 | 20 | - | - | Решение статически неопределимой рамы с одной степенью свободы. Расчет частоты свободных колебаний. Решение статически неопределимой рамы с одной степенью свободы на вынужденные колебания. Расчет неразрезной балки на свободные колебания и спектр частот с двумя массами. Расчет неразрезной балки на вынужденные колебания с двумя массами. Расчет неразрезной балки на свободные колебания и спектр частот с тремя массами. Расчет неразрезной балки на вынужденные колебания с тремя массами. Расчет рамы с 2 степенями свободы. Контрольная по динамике |
| Итого: |   | 28 | - | - |   |

### Лабораторные работы

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

### Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.3

| № п/п  | Номер раздела дисциплины | Объем, час. |     |      | Тема                        | Вид СРС  |
|--------|--------------------------|-------------|-----|------|-----------------------------|--|
|        |                          | ОФО         | ЗФО | ОЗФО |                             |  |
| 1      | 2                        | 3           | 4   | 5    | 6                           | 7  |
| 1      | 1                        | 16          | 0   | 0    | Устойчивость упругих систем | Выполнение задач, подготовка к контрольной работе (КР) |
| 2      | 2                        | 46          | 0   | 0    | Динамика сооружений         |  |
| 3      | 1, 2                     | 4           | 0   | 0    | -                           | Подготовка к зачету                                    |
| Итого: |                          | 66          | 0   | 0    | X                           | X  |

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- визуализация учебного материала в PowerPoint в диалоговом режиме (лекционные занятия);
- метод проблемного изложения (лекционные занятия);
- работа в малых группах (практические и лабораторные занятия);
- метод публичного решения задач, кейс-метод (практические занятия);
- метод практического экспериментального обучения (лабораторные занятия).

### 6. Тематика курсовых работ/проектов

Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены

### 7. Контрольные работы

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены.

## 8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

| № п/п                | Виды мероприятий в рамках текущего контроля                 | Количество баллов |
|----------------------|---|-------------------|
| 1                    | 2   | 3                 |
| 1 текущая аттестация |   |                   |
| 1                    | Задача №1 «Расчет рамы на устойчивость методом перемещений» | 0..10             |
| 2                    | КР 1 «Расчет рамы на устойчивость методом перемещений»      | 0..20             |
|                      | ИТОГО за первую текущую аттестацию                          | <b>0..30</b>      |
| 2 текущая аттестация |   |                   |
| 3                    | Задача №2 «Динамический расчет плоской рамы» Часть 1        | 0..10             |
| 4                    | Задача №3 «Динамический расчет неразрезной балки» Часть 1   | 0..20             |
|                      | ИТОГО за вторую текущую аттестацию                          | <b>0..30</b>      |
| 3 текущая аттестация |   |                   |
| 5                    | КР 2 «Динамический расчет неразрезной балки» Часть 1        | 0..20             |
| 6                    | Задача №4 «Динамический расчет плоской рамы» Часть 2        | 0..20             |
|                      | ИТОГО за третью текущую аттестацию                          | <b>0..40</b>      |
|                      | <b>ВСЕГО</b>  | <b>0...100</b>    |

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 1.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ЭБС ТИУ, Elibrary.ru, CyberLeninka

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства: Windows, Microsoft Office, свободное программное обеспечение для просмотра документов

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

| № п/п | Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий | Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор) |
|-------|---|--|
| 1     | 3   | 4  |

|   |  |   |
|---|--|---|
| 1 | <p><i>Лекционные занятия:</i></p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации,</p> <p>Оснащенность:</p> <p>Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная.</p> <p>Компьютер в комплекте, проектор, проекционный экран.</p>  | 625001, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Луначарского, д.2, корпус 9, ауд. 231 |
|   | <p><i>Практические занятия:</i></p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (практические занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации, Учебная лаборатория.</p> <p>Оснащенность:</p> <p>Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная.</p> <p>Компьютеры для студентов (15 шт), компьютер для преподавателя (1 шт), проектор, экран.</p> <p>Компьютерная техника оснащена необходимым программным обеспечением</p> | 625001, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Луначарского, д.2, корпус 9, ауд. 235 |

## 11. Методические указания по организации СРС

### 11.1. Методические указания по подготовке к практическим занятиям.

На практических занятиях обучающиеся изучают методику и выполняют типовые расчеты. Для эффективной работы обучающиеся должны иметь инженерные калькуляторы и соответствующие канцелярские принадлежности. В процессе подготовки к практическим занятиям обучающиеся могут прибегать к консультациям преподавателя. Наличие конспекта лекций на практическом занятии **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

### 11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Самостоятельная работа обучающихся заключается в получении заданий (тем) у преподавателя для выполнения расчетно-графических работ. Преподаватель на занятии дает рекомендации необходимые для освоения материала. В ходе самостоятельной работы обучающиеся должны выполнить типовые расчеты по выданным заданиям и изучить теоретический материал по разделам. Обучающиеся должны понимать содержание выполненной работы (знать определения понятий, уметь разъяснить значение и смысл любого термина, используемого в работе и т.п.).

Задания на выполнение задач, а также примеры решения изложены в следующих методических указаниях:

- Расчет стержневых систем на устойчивость методом перемещений: учебно-методическое пособие для выполнения расчетно-графической работы для студентов, обучающихся по направлению 08.03.01 Строительство. /сост. Соколов В.Г., Березнев А.В., Огороднова Ю.В., Разов И.О.; Тюменский индустриальный университет. – 1-е изд. – Тюмень: Издательский центр БИК, ТИУ, 2017. – 60с.

- Шагисултанова Ю.Н. Методическое указание и контрольные задания по расчету неразрезной балки для студентов специальности АДиА очной формы обучения. Учебное пособие. – Тюмень: РИО ВПО ТюмГАСУ, 2009. – 50 с.

- Динамический расчет стержневых систем: учебное пособие для студентов, обучающихся по

напр. 08.03.01 Строительство / сост. Соколов В.Г., Огороднова Ю.В., Березнев А.В., Разов И.О.; Тюменский индустриальный университет. – 1-е изд. – Тюмень: Издательский центр БИК, ТИУ, 2018. – 107с.

## КАРТА обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

### Дисциплина **Динамика и устойчивость транспортных сооружений**

\*Код, специальность 08.05.02 Строительство, эксплуатация, восстановление и техническое прикрытие автомобильных дорог, мостов и тоннелей

\* Специализация Строительство (реконструкция), эксплуатация и техническое прикрытие мостов и тоннелей

| № п/п | Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания  | Количество экземпляров в БИК | Контингент обучающихся, использующих указанную литературу | Обеспеченность обучающихся литературой, % | Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-) |
|-------|---|------------------------------|---|---|---|
| 1     | Смирнов, Владимир Анатольевич. Строительная механика : учебник для вузов / В. А. Смирнов, А. С. Городецкий. - 2-е изд., пер. и доп. - М : Издательство Юрайт, 2022. - 423 с. - (Высшее образование). - URL: <a href="https://urait.ru/bcode/488805">https://urait.ru/bcode/488805</a> . -       | ЭР*                          | 25  | 100                                       | +   |
| 2     | Строительная механика: лекции, семинары, расчетно-графические работы [Текст]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки и специальностям в области техники и технологии / С.Н. Кривошапко. – М.: Высшая школа, 2008. – 391с.                                  | 46                           | 25  | 100                                       | -   |
| 3     | Шапошников, Н. Н. Строительная механика : учебное пособие / Н. Н. Шапошников, Р. Х. Кристалинский, А. В. Дарков. - 14-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 692 с. - URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/212861">https://e.lanbook.com/book/212861</a>                           | ЭР*                          | 25  | 100                                       | +   |
| 4     | Масленников, Александр Матвеевич. Динамика и устойчивость транспортных сооружений : учебник и практикум для вузов / А. М. Масленников. - Москва : Издательство Юрайт, 2022. - 366 с. - (Высшее образование). - URL: <a href="https://urait.ru/bcode/489590">https://urait.ru/bcode/489590</a> . | ЭР*                          | 25  | 100                                       | -   |