

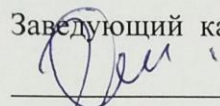
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет транспорта»

Факультет «Промышленное и гражданское строительство»
Строительный факультет
Заочный факультет

Кафедра «Строительная механика»

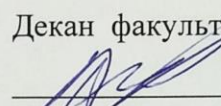
СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

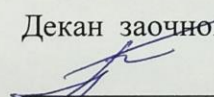
 Э.И. Старовойтов
07.06 2016 г.

СОГЛАСОВАНО

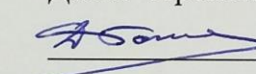
Декан факультета ПГС

 А.Г. Ташкинов
07.06 2016 г.

Декан заочного факультета

 В.В. Пигунов
13.06 2016 г.

Декан строительного факультета

 Д.И. Бочкарёв
08.06 2016 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

для специальностей

- 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»
- 1-70 02 02 «Экспертиза и управление недвижимостью»
- 1-70 01 01 «Производство строительных изделий и конструкций»
- 1-70 03 01 «Автомобильные дороги»
- 1-37 02 05 «Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство»
- 1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов»

Составитель: **А. В. Яровая**, доцент кафедры «Строительная механика» учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта», доктор физико-математических наук, доцент

Рассмотрено и утверждено
на заседании кафедры «Строительная механика» 28.04.2016г.,
протокол № 4

Рассмотрено и утверждено
на заседании совета факультета ПГС 01.06.2016 г.,
протокол № 5

Рассмотрено и утверждено
на заседании совета строительного факультета 23.05.2016г.,
протокол № 4

Рассмотрено и утверждено
на заседании совета заочного факультета 20.05.2016г.,
протокол № 3

ВВЕДЕНИЕ

Краткая характеристика. Учебно-методический комплекс дисциплины (далее УМКД) – совокупность нормативно-методических документов и учебно-программных материалов, обеспечивающих реализацию дисциплины в образовательном процессе и способствующих эффективному освоению студентами учебного материала, а также интерактивные учебные задания для тренинга, средства контроля знаний и умений обучающихся.

УМКД «Строительная механика» разработан с целью унификации учебно-методического обеспечения и повышения качества учебного процесса для студентов строительных специальностей.

Целью дисциплины «Строительная механика» является: обучение студентов инженерным методам расчетов сооружений на прочность, жесткость и устойчивость в условиях действия постоянных и переменных во времени нагрузок, развитие и закрепление академических и социально-личностных компетенций.

Основными задачами дисциплины являются: развитие студентами навыков самостоятельной работы в практике инженерных расчетов; освоение теоретического материала, который позволит заложить основу для изучения специальных дисциплин, содержащих прочностные расчеты; получение практических навыков расчета; ознакомление с современными подходами к расчету сложных систем, элементами рационального проектирования конструкций.

При создании УМКД «Строительная механика» использовались следующие нормативные документы:

- «Положение об учебно-методическом комплексе специальности (направлении специальности) и дисциплины на уровне высшего образования» № П-49-2013 от 24.10.2013.
- «Положение о первой ступени высшего образования» (утв. 18.01.2008 г. № 68);
- «Общегосударственный классификатор Республики Беларусь «Специальности и квалификации» ОКРБ 011-2009»;
- общеобразовательные стандарты ОСВО 1-70 02 01-2013 «Промышленное и гражданское строительство», ОСВО 1-70 02 02-2013 «Экспертиза и управление недвижимостью»;
- общеобразовательный стандарт ОСВО 1-70 01 01-2013 «Производство строительных изделий и конструкций»;
- общеобразовательные стандарты ОСВО 1-37 02 05-2013 «Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство», ОСВО 1-70 03 01-2013 «Автомобильные дороги», ОСВО 1-95 01 13-2013 «Управление подразделениями транспортных войск (по направлениям)»;
- общеобразовательный стандарт ОСВО 1-70 04 03-2013 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов».

СПИСОК РЕЦЕНЗЕНТОВ

1. Зав. кафедрой «Техническая механика» УО «Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого» д. ф.-м. н., профессор О. Н. Шабловский.

2. Член-корреспондент НАН Беларуси, д-р техн. наук, профессор Ю. М. Плескачевский.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1 Теоретический раздел	6
1.1 Список учебников и учебно-методических пособий, имеющихся в библиотеке БелГУТа	6
1.2 Список учебников и учебно-методических пособий, не имеющих в библиотеке БелГУТа	6
2 Практический раздел	7
2.1 Перечень тем практических занятий для специальностей 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство», 1-70 02 02 «Экспертиза и управление недвижимостью»	7
2.2 Перечень тем практических занятий для специальности 1-70 01 01 «Производство строительных изделий и конструкций»	9
2.3 Перечень тем практических занятий для специальностей 1-37 02 05 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство, 1-70 03 01 Автомобильные дороги; направления специальности: 1-95 01 13-01 Управление подразделениями транспортных войск (восстановление и строительство путей сообщения)	9
2.4 Перечень тем практических занятий для специальности 1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов»	10
3 Раздел контроля знаний	11
3.1 Перечень вопросов к экзамену/зачету для специальностей 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» и 1-70 02 02 «Экспертиза и управление недвижимостью» (дневная форма)	11
3.2 Перечень вопросов к экзамену/зачету для специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» (заочная форма)	14
3.3 Перечень вопросов к экзамену/зачету для специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» (заочная сокращенная форма)	17
3.4 Перечень вопросов к экзамену/зачету для специальностей 1-70 03 01 «Автомобильные дороги» и 1-37 02 05 «Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство»	19
3.5 Перечень вопросов к экзамену для специальности 1-70 02 01 «Производство строительных изделий и конструкций»	23
4 Вспомогательный раздел	25
4.1 Учебная программа «Строительная механика» для специальностей 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» и 1-70 02 02 «Экспертиза и управление недвижимостью»	25
4.2 Учебная программа «Строительная механика» для специальности 1-70 02 01 «Производство строительных изделий и конструкций»	71
4.3 Учебная программа «Строительная механика» для специальностей 1-37 02 05 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство, 1-70 03 01 Автомобильные дороги; направления специальности: 1-95 01 13-01 Управление подразделениями транспортных войск (восстановление и строительство путей сообщения)	92
4.4 Учебная программа «Строительная механика» для специальности 1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов»	122

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Список учебников и учебно-методических пособий, имеющихся в библиотеке БелГУТа

- 1 Яровая, А. В. Строительная механика. Статика стержневых систем: учеб. пособие / А. В. Яровая; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2013. – 447 с.
<http://mechanika.org.ru/index.php?go=Files&in=view&id=89&cat=4>
- 2 Яровая, А. В. Перемещения в статически определимых системах : учеб.-метод. пособие / А. В. Яровая; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2017. – 45 с.
<http://mechanika.org.ru/index.php?go=Files&in=view&id=91&cat=4>
- 3 Иванов, В. А. Расчет статически определимых балок: Пособие для студентов строительных специальностей вузов. / В. А. Иванов, А. В. Яровая / Гомель: БелГУТ, 2002. – 58 с.
- 4 Яровая, А. В. Трехшарнирные арочные системы: Пособие для студентов строительных специальностей вузов. / А. В. Яровая / Гомель: БелГУТ, 2003. – 55 с.
- 5 Леоненко, Д. В. Расчет плоских ферм: учебно-метод. пособие для студентов строительных специальностей / Д. В. Леоненко. – Гомель: УО «БелГУТ», 2006. – 57 с.
<http://mechanika.org.ru/index.php?go=Files&in=view&id=56&cat=4>

1.2 Список учебников и учебно-методических пособий, не имеющих в библиотеке БелГУТа

- 6 Леонтьев, Н. Н. Основы строительной механики стержневых систем: Учебник / Н. Н. Леонтьев, Д. Н. Соболев, А. А. Амосов / М.: Изд-во АСВ, 1996. – 541 с.
<https://www.twirpx.com/file/1956624/>
- 7 Саргсян, А. Е. Строительная механика. Основы теории с примерами расчета: учеб. / А. Е. Саргсян [и др.]; под ред. А. Е. Саргсяна. – М.: Высш. шк., 2000. – 416 с.
<http://mechanika.org.ru/index.php?go=Files&in=view&id=69&cat=4>
- 8 Дарков, А. В. Шапошников Н. Н. Строительная механика: Учеб. для строит. спец. вузов. / А. В. Дарков, Н. Н. Шапошников / 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 607 с.
<http://mechanika.org.ru/index.php?go=Files&in=view&id=63&cat=4>
- 9 Киселев, В. А. Строительная механика: Специальный курс. Динамика и устойчивость сооружений: Учебник для вузов. / В. А. Киселев/ 3-е изд., испр. и доп. — М.: Стройиздат, 1980. — 616 с.
<https://www.twirpx.com/file/366853/>
http://ru.b-ok.org/book/1016297/62b025/?_ir=1

2 ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Перечень тем практических занятий для специальностей 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство», 1-70 02 02 «Экспертиза и управление недвижимостью»

Дневная форма

1. Принципы формирования расчетной схемы сооружения
2. Анализ образования стержневых систем
3. Расчет многопролетных балок на неподвижную нагрузку
4. Построение линий влияния реакций и внутренних усилий в балках
5. Определение невыгоднейшего положения временной нагрузки на балке
6. Построение линий влияния продольных сил в стержнях плоской фермы (междуопорная часть)
7. Построение линий влияния продольных сил в стержнях плоской фермы (консольная часть)
8. Построение линий влияния продольных сил в стержнях шпренгельной фермы
9. Расчет трехшарнирной арки на неподвижную нагрузку
10. Линии влияния опорных реакций и внутренних усилий в трехшарнирной арке
11. Определение перемещений в упругих системах
12. Определение перемещений от изменения температуры и осадок опор
13. Выбор основной системы и составление канонических уравнений метода сил
14. Расчет статически неопределимой рамы методом сил
15. Определение перемещений в статически неопределимых рамах
16. Расчет статически двухшарнирной неопределимой арки
17. Расчет статически бесшарнирной неопределимой арки
18. Особенности расчета статически неопределимой фермы
19. Расчет статически неопределимой фермы методом сил
20. Основная система метода сил для неразрезной балки
21. Уравнения трех моментов
22. Построение линий влияния в неразрезных балках
23. Основная система метода перемещений
24. Расчет плоской рамы методом перемещений
25. Расчет рамы методом перемещений на действие температуры
26. Расчет рамы методом перемещений на смещение опор
27. Расчет статически неопределимой рамы смешанным методом
28. Расчет статически неопределимой рамы комбинированным методом
29. Предельные состояния статически определимых систем по методу предельного равновесия
30. Предельные состояния статически неопределимых систем по методу предельного равновесия
31. Особенности расчета по несущей способности неразрезных балок и рам
32. Понятие критической нагрузки. Различные виды потери устойчивости деформируемых систем
33. Устойчивость систем с одной и несколькими степенями свободы

34. Определение критической нагрузки в расчетах отдельных стержней
35. Дифференциальные уравнения второго порядка в задачах устойчивости и их интегрирование при различных граничных условиях
36. Дифференциальные уравнения четвертого порядка в задачах устойчивости и их интегрирование при различных граничных условиях
37. Энергетический метод в задачах устойчивости.
38. Метод Бубнова–Галеркина в задачах устойчивости.
39. Расчет на устойчивость методом перемещений рам на жестких опорах
40. Расчет на устойчивость методом перемещений неразрезных стержней
41. Определение критической нагрузки в расчете рамы
42. Динамические нагрузки и их особенности. Понятие о степенях свободы системы.
43. Определение параметров колебаний систем с одной степенью свободы
44. Определение параметров свободных колебаний систем с n степенями свободы
45. Определение параметров вынужденных колебаний систем с n степенями свободы
46. Ортогональность собственных (главных) форм колебаний.
47. Определение параметров колебаний систем с бесконечно большим числом степеней свободы
48. Расчет статически неопределимых рам на вибрационную нагрузку.
49. Определение частот и форм собственных колебаний по методу сил и перемещений.

Заочная форма

1. Анализ образования стержневых систем
2. Статический метод построения линий влияния.
3. Линии влияния в многопролетных балках
4. Определение усилий по линиям влияния.
5. Способы вычисления интегралов Мора.
6. Расчет статически неопределимой рамы методом сил.
7. Формирование основной системы метода перемещений
8. Расчет плоской рамы методом перемещений.
9. Расчет плоской рамы на устойчивость
10. Динамические расчеты стержневых систем

Заочная сокращенная форма

1. Статический метод построения линий влияния.
2. Определение усилий по линиям влияния.
3. Расчет многопролетных шарнирных балок.
4. Способы вычисления интегралов Мора.
5. Расчет статически неопределимой рамы методом сил.
6. Расчет плоской рамы методом перемещений.

2.2 Перечень тем практических занятий для специальности 1-70 01 01 «Производство строительных изделий и конструкций», дневная форма

1. Анализ образования стержневых систем
2. Статический метод построения линий влияния.
3. Линии влияния в многопролетных балках
4. Определение усилий по линиям влияния.
5. Способы вычисления интегралов Мора.
6. Расчет статически неопределимой рамы методом сил.
7. Расчет плоской рамы методом перемещений.
8. Расчет плоской рамы на устойчивость и динамические воздействия

2.3 Перечень тем практических занятий для специальностей 1-37 02 05 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство, 1-70 03 01 Автомобильные дороги; направления специальности: 1-95 01 13-01 Управление подразделениями транспортных войск (восстановление и строительство путей сообщения)

Дневная форма

1. Анализ образования стержневых систем.
2. Расчет многопролетных балок на неподвижную нагрузку.
3. Построение линий влияния реакций и внутренних усилий в балках.
4. Определение невыгоднейшего положения временной нагрузки на балке.
5. Построение огибающей эпюры в многопролетной балке.
6. Построение линий влияния продольных сил в стержнях плоской фермы.
7. Построение линий влияния продольных сил в стержнях шпренгельной фермы.
8. Расчет трехшарнирной арки на неподвижную нагрузку.
9. Линии влияния опорных реакций и внутренних усилий в трехшарнирной арке.
10. Определение перемещений в упругих системах.
11. Расчет статически неопределимой рамы методом сил.
12. Определение перемещений в статически неопределимых рамах.
13. Расчет плоской рамы методом перемещений.
14. Определение спектра частот для рамной конструкции n степенями свободы.
15. Расчет рамы на динамические воздействия.
16. Определение критической нагрузки в расчетах стержней.
17. Расчет на устойчивость методом перемещений рам и неразрезных стержней на жестких опорах

Заочная форма

1. Статический метод построения линий влияния.
2. Определение усилий по линиям влияния.
3. Расчет многопролетных шарнирных балок.
4. Способы вычисления интегралов Мора.
5. Расчет статически неопределимой рамы методом сил.
6. Расчет плоской рамы методом перемещений.

2.4 Перечень тем практических занятий для специальности 1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов», дневная форма

1. Анализ образования стержневых систем.
2. Расчет многопролетных балок на неподвижную нагрузку.
3. Расчет плоских балочных ферм.
4. Расчет статически неопределимой рамы методом сил.
5. Определение перемещений в статически неопределимых рамах.

3 РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

3.1 Перечень вопросов к экзамену/зачету для специальностей 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» и 1-70 02 02 «Экспертиза и управление недвижимостью» (дневная форма)

I часть

- 1 Предмет строительной механики. Связь с другими науками. Задачи расчета сооружений. Нагрузки и воздействия
- 2 Элементы сооружений. Расчетная схема сооружения. Классификация стержневых систем.
- 3 Связи и их статическая и кинематическая характеристики
- 4 Физические модели материалов. Основные уравнения строительной механики. Линейно и нелинейно деформируемые системы.
- 5 Основные допущения строительной механики и следствия из них
- 6 Геометрически изменяемые и неизменяемые системы. Диск. Мгновенно изменяемые системы. Центр вращения. Фиктивный шарнир.
- 7 Число степеней свободы плоской стержневой системы
- 8 Необходимое аналитическое условие геометрической неизменяемости. Анализ геометрической структуры. Кинематический анализ.
- 9 Статическая определимость. Свойства статически определимых систем. Методы расчета стержневых систем на статическую нагрузку.
- 10 Подвижные нагрузки в задачах статики. Расчетное положение нагрузки. Понятие о линиях влияния.
- 11 Статический метод построения линий влияния. Линии влияния опорных реакций в балке.
- 12 Линии влияния внутренних усилий в междуопорном сечении балки.
- 13 Линии влияния усилий в консольном сечении балки.
- 14 Проверка линий влияния и правила их графического построения.
- 15 Применение кинематического метода к построению линий влияния. Модели линий влияния различных усилий.
- 16 Определение усилий от неподвижной нагрузки по линиям влияния.
- 17 Линии влияния при узловой передаче нагрузки
- 18 Невыгоднейшее загрузение линий влияния.
- 19 Классификация статически определимых балок. Кинематический анализ многопролетных балок.
- 20 Особенности конструкции и методы расчета многопролетных шарнирных балок и рам. Поэтажные схемы.
- 21 Построение линий влияния в многопролетных балках
- 22 Плоские балочные фермы, классификация, расчетная схема, число степеней свободы. Методы расчета.
- 23 Линии влияния усилий в стержнях междуопорной и консольной части фермы. Способы их проверки.
- 24 Шпренгельные фермы. Линии влияния в их стержнях
- 25 Трехшарнирные системы, их параметры, классификация. Определение опорных реакций в трехшарнирной арке от неподвижной вертикальной нагрузки
- 26 Определение внутренних усилий в трехшарнирной арке от неподвижной вертикальной нагрузки. Построение эпюр
- 27 Особенности передачи нагрузки на арку. Линии влияния опорных реакций в трехшарнирной арке

- 28 Линии влияния изгибающих моментов в трехшарнирной арке
- 29 Линии влияния поперечных сил в трехшарнирной арке
- 30 Линии влияния продольных сил в трехшарнирной арке
- 31 Рациональное очертание оси трехшарнирной арки. Определение напряжений в арке. Расчетное положение нагрузки на арке
- 32 Общая формула для определения перемещений
- 33 Формула Мора для плоской стержневой системы
- 34 Формула Мора для пространственной стержневой системы
- 35 Техника вычисления интегралов Мора

II часть

- 1 Статически неопределимые системы. Особенности работы, методы расчета. Типы связей. Степень статической неопределимости.
- 2 Основная система, канонические уравнения метода сил, их смысл. Коэффициенты уравнений, их смысл и способы вычисления.
- 3 Порядок расчета рам методом сил. Способы построения эпюр M , Q , N .
- 4 Проверки, используемые в процессе расчета рамы методом сил.
- 5 Определение перемещений в статически неопределимых системах (привести примеры)
- 6 Расчет статически неопределимых систем методом сил на действие температуры
- 7 Расчет статически неопределимых систем методом сил на кинематическое воздействие
- 8 Статически неопределимые арки. Особенности вычисления перемещений в криволинейных стержнях
- 9 Расчет двухшарнирных арок (без затяжки) на неподвижную нагрузку
- 10 Расчет двухшарнирных арок с затяжкой на неподвижную нагрузку
- 11 Расчет бесшарнирных арок на неподвижную нагрузку. Выбор наиболее рациональной основной системы
- 12 Статическая неопределимость плоских шарнирных ферм. Основная система метода сил
- 13 Расчет статически неопределимых ферм на неподвижную нагрузку
- 14 Неразрезные балки. Их отличие от шарнирных балок. Степень статической неопределимости. Типы основной системы метода сил
- 15 Расчет неразрезных балок с помощью уравнения трех моментов (вывод уравнения)
- 16 Расчет неразрезных балок с помощью уравнения трех моментов (вывод формул для грузовых перемещений, учет условий закрепления балки на концах)
- 17 Расчет неразрезных балок методом перемещений
- 18 Линии влияния в простейших статически неопределимых системах
- 19 Линии влияния в статически неопределимых неразрезных балках
- 20 Допущения метода перемещений. Степень кинематической неопределимости. Неизвестные метода перемещений.
- 21 Основная система для расчета рам методом перемещений. Типы дополнительных связей, цель их введения
- 22 Канонические уравнения метода перемещений. Смысл величин, входящих в них.
- 23 Теорема о взаимности единичных реакций в статически неопределимых системах (1-я теорема Рэлея)
- 24 Статический метод определения коэффициентов и свободных членов системы канонических уравнений метода перемещений
- 25 Общий метод определения коэффициентов и свободных членов системы канонических уравнений метода перемещений. Разница в вычислении единичных и грузовых реакций
- 26 Построение окончательной эпюры изгибающих моментов методом перемещений

- ний. Способы её проверки
- 27 Расчет статически неопределимых рам на изменение температуры методом перемещений
 - 28 Расчет рам на смещение опор методом перемещений
 - 29 Сопоставление методов сил и перемещений, общий ход расчета каждым из них. Выбор метода расчета статически неопределимой системы
 - 30 Теорема о взаимности единичных реакций и перемещений в статически неопределимых системах (2-я теорема Рэлея)
 - 31 Смешанный метод расчета статически неопределимых систем
 - 32 Комбинированный метод расчета симметричных статически неопределимых систем
 - 33 Комбинированный метод расчета несимметричных статически неопределимых систем
 - 34 Понятие о предельных состояниях. Предельное состояние сечения стержневой системы
 - 35 Расчет статически определимых систем с учетом пластических деформаций
 - 36 Расчет статически неопределимых рам с учетом пластических деформаций
 - 37 Расчет многопролетных балок с учетом пластических деформаций

III часть

- 1 Устойчивое и неустойчивое равновесие стержневой системы. Виды потери устойчивости. Потеря устойчивости 1-го и 2-го рода
- 2 Основная цель расчета стержневой системы на устойчивость. Критическая нагрузка. Методы решения задач устойчивости
- 3 Допущения метода перемещений в задачах устойчивости
- 4 Построение эпюр моментов в сжато-изогнутых стержнях. Параметр сжатого стержня
- 5 Система канонических уравнений метода перемещений и условие потери устойчивости
- 6 Расчет рам методом перемещений при неузловой нагрузке
- 7 Число степеней свободы в расчетах на устойчивость
- 8 Устойчивые и неустойчивые формы равновесия для системы с 1 и 2 степенями свободы
- 9 Общая методика расчета на устойчивость системы с конечным числом степеней свободы
- 10 Система с бесконечным числом степеней свободы в расчетах на устойчивость
- 11 Допущения при исследовании устойчивости системы с бесконечным числом степеней свободы
- 12 Общий подход к расчету систем с бесконечным числом степеней свободы
- 13 Учет поперечной силы на величину критической нагрузки при продольном изгибе
- 14 Определение прогибов прямолинейного стержня после потери устойчивости
- 15 Методика расчета на устойчивость стержня переменного сечения
- 16 Методика расчета ступенчатого стержня
- 17 Определение критической нагрузки для сжато-изогнутого стержня
- 18 Методы определения изгибающего момента при продольно-поперечном изгибе
- 19 Особенность динамической нагрузки. Виды динамических нагрузок
- 20 Виды колебаний (по наличию возмущающих сил, по учету сил сопротивления, по характеру изменения во времени, по типу деформации при колебаниях)
- 21 Основная цель динамического расчета стержневой системы
- 22 Методы динамики сооружений
- 23 Число степеней свободы в динамике
- 24 Учет массы системы при колебаниях

- 25 Учет сил сопротивления при колебаниях. Гипотеза Фойхта
- 26 Дифференциальное уравнение движения для системы с одной степенью свободы
- 27 Система дифференциальных уравнений движения для системы с n степенями свободы
- 28 Собственные числа и собственные частоты колебаний. Наиболее опасные частоты
- 29 Формы и амплитуды колебаний
- 30 Свойство ортогональности форм собственных колебаний для системы с n степенями свободы
- 31 Условия появления резонанса для систем с 1, 2, ..., n степенями свободы
- 32 Дифференциальное уравнение свободных колебаний для системы с бесконечным числом степеней свободы
- 33 Решение дифференциального уравнения свободных колебаний для системы с бесконечным числом степеней свободы
- 34 Свойство ортогональности форм собственных колебаний для системы с бесконечным числом степеней
- 35 Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний для системы с бесконечным числом степеней свободы и его решение

3.2 Перечень вопросов к экзамену/зачету для специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» (заочная форма)

I часть

- 1 Предмет и задачи строительной механики. Направления развития строительной механики
- 2 Нагрузки и воздействия на сооружения. Сооружение и его расчетная схема
- 3 Классификация стержневых систем
- 4 Связи и их характеристики
- 5 Физические модели материалов. Основные уравнения строительной механики. Линейно и нелинейно деформируемые системы
- 6 Основные допущения строительной механики и следствия из них
- 7 Геометрически изменяемые и неизменяемые системы. Диск. Связи абсолютно необходимые и лишние (избыточные).
- 8 Мгновенно изменяемые (вырожденные) системы. Центр вращения. Фиктивный шарнир
- 9 Принципы геометрически неизменяемого соединения дисков. Проведение кинематического анализа сооружений геометрическим методом
- 10 Число степеней свободы и степень изменяемости плоской стержневой системы
- 11 Необходимое аналитическое условие геометрической неизменяемости. Аналитические методы проведения кинематического анализа
- 12 Классификация методов расчета стержневых систем на статическую нагрузку. Кинематический метод определения усилий от неподвижной нагрузки
- 13 Понятие о линиях влияния. Линии влияния опорных реакций в балке (статический и графический способы построения).
- 14 Линии влияния внутренних усилий в междуопорном сечении балки (статический и графический способы построения).
- 15 Линии влияния усилий в консольном сечении балки (статический и графический способы построения).
- 16 Кинематический метод построения линий влияния
- 17 Определение усилий от неподвижной нагрузки по линиям влияния

- 18 Линии влияния при узловой передаче нагрузки
- 19 Невыгоднейшее загрузке линий влияния
- 20 Классификация статически определимых балок. Особенности конструкции многопролетных шарнирных балок. Расчет многопролетных балок на неподвижную нагрузку
- 21 Особенности и порядок построения линий влияния в много-пролетных балках
- 22 Фермы и их расчетные схемы. Основные элементы ферм. Классификация плоских ферм по очертанию поясов, системе решетки и условиям опирания
- 23 Методы расчета ферм на неподвижную нагрузку. Анализ распределения усилий в фермах от вертикальной нагрузки и рекомендации по проектированию ферм
- 24 Построение линий влияния продольных сил в стержнях ферм статическим и кинематическим методами. Их проверка.
- 25 Назначение и типы шпренгелей. Расчетная схема шпренгельной фермы. Определение усилий от неподвижной нагрузки
- 26 Особенности построения линий влияния в шпренгельных фермах.
- 27 Общие сведения о трехшарнирных системах, их типы. Определение опорных реакций в трехшарнирной системе.
- 28 Определение внутренних усилий в трехшарнирной системе с опорами в одном уровне от вертикальной нагрузки
- 29 Рациональная ось трехшарнирной системы и ее уравнение
- 30 Линии влияния внутренних усилий в трехшарнирной системе: способ наложения
- 31 Линии влияния внутренних усилий в трехшарнирной системе: способ нулевой точки
- 32 Определение напряжений в арках. Расчетное положение подвижной нагрузки на арке

II часть

- 1 Общая формула для определения перемещений в стержневых системах
- 2 Формула Мора для плоской стержневой системы
- 3 Формула Мора для пространственной стержневой системы
- 4 Частные случаи формулы Мора для балок, рам, ферм, арок
- 5 Техника вычисления интегралов Мора
- 6 Понятие о статически неопределимых системах. Степень статической неопределимости.
- 7 Основная система метода сил.
- 8 Канонические уравнения метода сил, их смысл. Коэффициенты и свободные члены, способы их вычисления.
- 9 Порядок расчета рамы методом сил. Способы построения эпюр M , Q , N .
- 10 Проверки, используемые в процессе расчета рамы методом сил.
- 11 Определение перемещений в статически неопределимых системах.
- 12 Расчет статически неопределимых рам методом сил на действие температуры
- 13 Расчет статически неопределимых рам методом сил на кинематическое воздействие
- 14 Расчет двухшарнирной арки методом сил
- 15 Расчет бесшарнирной арки методом сил
- 16 Расчет статически неопределимых ферм методом сил
- 17 Расчет неразрезных балок методом сил
- 18 Степень кинематической неопределимости. Допущения метода перемещений.
- 19 Основная система метода перемещений для рамы. Типы дополнительных связей
- 20 Канонические уравнения метода перемещений. Определение коэффициентов и свободных членов

- 21 Порядок расчета рамы методом перемещений. Способы построения эпюр M , Q , N .
- 22 Расчет статически неопределимых рам методом перемещений на изменение температуры
- 23 Расчет статически неопределимых рам методом перемещений на смещение опор
- 24 Расчет неразрезных балок методом перемещений
- 25 Сопоставление методов сил и перемещений. Выбор метода расчета статически неопределимой системы
- 26 Смешанный и комбинированный методы расчета статически неопределимых систем
- 27 Расчет статически неопределимых систем с учетом пластических деформаций

III часть

- 1 Устойчивое и неустойчивое равновесие стержневой системы. Виды потери устойчивости.
- 2 Основная цель расчета стержневой системы на устойчивость. Критическая нагрузка. Методы решения задач устойчивости
- 3 Допущения метода перемещений в задачах устойчивости. Построение эпюр моментов в сжато-изогнутых стержнях. Параметр сжатого стержня
- 4 Система канонических уравнений метода перемещений и условие потери устойчивости
- 5 Расчет рам методом перемещений при неузловой нагрузке
- 6 Число степеней свободы в расчетах на устойчивость. Устойчивые и неустойчивые формы равновесия для системы с 1 и 2 степенями свободы
- 7 Общая методика расчета на устойчивость системы с конечным числом степеней свободы
- 8 Система с бесконечным числом степеней свободы в расчетах на устойчивость
- 9 Допущения при исследовании устойчивости системы с бесконечным числом степеней свободы. Общий подход к расчету
- 10 Влияние поперечной силы на величину критической нагрузки при продольном изгибе
- 11 Определение прогибов прямолинейного стержня после потери устойчивости
- 12 Методика расчета на устойчивость стержня переменного сечения
- 13 Методика расчета ступенчатого стержня
- 14 Определение критической нагрузки для сжато-изогнутого стержня
- 15 Методы определения изгибающего момента при продольно-поперечном изгибе
- 16 Особенность динамической нагрузки. Виды динамических нагрузок
- 17 Виды колебаний (по наличию возмущающих сил, по учету сил сопротивления, по характеру изменения во времени, по типу деформации при колебаниях)
- 18 Основная цель динамического расчета стержневой системы
- 19 Методы динамики сооружений. Число степеней свободы в динамике
- 20 Учет массы системы при колебаниях
- 21 Учет сил сопротивления при колебаниях. Гипотеза Фойхта
- 22 Дифференциальное уравнение движения для системы с одной степенью свободы
- 23 Система дифференциальных уравнений движения для системы с n степенями свободы
- 24 Собственные числа и собственные частоты колебаний. Наиболее опасные частоты. Формы и амплитуды колебаний
- 25 Свойство ортогональности форм собственных колебаний для системы с n степенями свободы
- 26 Условия появления резонанса для систем с 1, 2, ..., n степенями свободы
- 27 Дифференциальное уравнение свободных колебаний для системы с бесконечным числом степеней свободы

- 28 Решение дифференциального уравнения свободных колебаний для системы с бесконечным числом степеней свободы
- 29 Свойство ортогональности форм собственных колебаний для системы с бесконечным числом степеней
- 30 Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний для системы с бесконечным числом степеней свободы и его решение

3.3 Перечень вопросов к экзамену/зачету для специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» (заочная сокращенная форма)

I часть

- 1 Предмет и задачи строительной механики. Направления развития строительной механики
- 2 Нагрузки и воздействия на сооружения. Сооружение и его расчетная схема
- 3 Классификация стержневых систем
- 4 Связи и их характеристики
- 5 Физические модели материалов. Основные уравнения строительной механики. Линейно и нелинейно деформируемые системы
- 6 Основные допущения строительной механики и следствия из них
- 7 Геометрически изменяемые и неизменяемые системы. Диск. Связи абсолютно необходимые и лишние (избыточные).
- 8 Мгновенно изменяемые (вырожденные) системы. Центр вращения. Фиктивный шарнир
- 9 Принципы геометрически неизменяемого соединения дисков. Проведение кинематического анализа сооружений геометрическим методом
- 10 Число степеней свободы и степень изменяемости плоской стержневой системы
- 11 Необходимое аналитическое условие геометрической неизменяемости. Аналитические методы проведения кинематического анализа
- 12 Классификация методов расчета стержневых систем на статическую нагрузку. Кинематический метод определения усилий от неподвижной нагрузки
- 13 Понятие о линиях влияния. Линии влияния опорных реакций в балке (статический и графический способы построения).
- 14 Линии влияния внутренних усилий в междуопорном сечении балки (статический и графический способы построения).
- 15 Линии влияния усилий в консольном сечении балки (статический и графический способы построения).
- 16 Кинематический метод построения линий влияния
- 17 Определение усилий от неподвижной нагрузки по линиям влияния
- 18 Линии влияния при узловой передаче нагрузки
- 19 Невыгоднейшее загрузление линий влияния
- 20 Классификация статически определимых балок. Особенности конструкции многопролетных шарнирных балок. Расчет многопролетных балок на неподвижную нагрузку
- 21 Особенности и порядок построения линий влияния в много-пролетных балках
- 22 Фермы и их расчетные схемы. Основные элементы ферм. Классификация плоских ферм по очертанию поясов, системе решетки и условиям опирания
- 23 Методы расчета ферм на неподвижную нагрузку. Анализ распределения усилий в фермах от вертикальной нагрузки и рекомендации по проектированию ферм
- 24 Построение линий влияния продольных сил в стержнях ферм статическим и кинематическим методами. Их проверка.
- 25 Назначение и типы шпренгелей. Расчетная схема шпренгельной фермы. Опреде-

- ление усилий от неподвижной нагрузки
- 26 Особенности построения линий влияния в шпренгельных фермах.
- 27 Общие сведения о трехшарнирных системах, их типы. Определение опорных реакций в трехшарнирной системе.
- 28 Определение внутренних усилий в трехшарнирной системе с опорами в одном уровне от вертикальной нагрузки
- 29 Рациональная ось трехшарнирной системы и ее уравнение
- 30 Линии влияния внутренних усилий в трехшарнирной системе: способ наложения
- 31 Линии влияния внутренних усилий в трехшарнирной системе: способ нулевой точки
- 32 Определение напряжений в арках. Расчетное положение подвижной нагрузки на арке

II часть

- 1 Общая формула для определения перемещений в стержневых системах
- 2 Формула Мора для плоской стержневой системы
- 3 Формула Мора для пространственной стержневой системы
- 4 Частные случаи формулы Мора для балок, рам, ферм, арок
- 5 Техника вычисления интегралов Мора
- 6 Понятие о статически неопределимых системах. Степень статической неопределимости.
- 7 Основная система метода сил.
- 8 Канонические уравнения метода сил, их смысл. Коэффициенты и свободные члены, способы их вычисления.
- 9 Порядок расчета рамы методом сил. Способы построения эпюр M , Q , N .
- 10 Проверки, используемые в процессе расчета рамы методом сил.
- 11 Определение перемещений в статически неопределимых системах.
- 12 Расчет статически неопределимых рам методом сил на действие температуры
- 13 Расчет статически неопределимых рам методом сил на кинематическое воздействие
- 14 Расчет двухшарнирной арки методом сил
- 15 Расчет бесшарнирной арки методом сил
- 16 Расчет статически неопределимых ферм методом сил
- 17 Расчет неразрезных балок методом сил
- 18 Степень кинематической неопределимости. Допущения метода перемещений.
- 19 Основная система метода перемещений для рамы. Типы дополнительных связей
- 20 Канонические уравнения метода перемещений. Определение коэффициентов и свободных членов
- 21 Порядок расчета рамы методом перемещений. Способы построения эпюр M , Q , N .
- 22 Расчет статически неопределимых рам методом перемещений на изменение температуры
- 23 Расчет статически неопределимых рам методом перемещений на смещение опор
- 24 Расчет неразрезных балок методом перемещений
- 25 Сопоставление методов сил и перемещений. Выбор метода расчета статически неопределимой системы
- 26 Устойчивое и неустойчивое равновесие стержневой системы. Виды потери устойчивости.
- 27 Основная цель расчета стержневой системы на устойчивость. Критическая нагрузка. Методы решения задач устойчивости
- 28 Допущения метода перемещений в задачах устойчивости. Построение эпюр моментов в сжато-изогнутых стержнях. Параметр сжатого стержня
- 29 Система канонических уравнений метода перемещений и условие потери устой-

чивости

- 30 Расчет рам методом перемещений при неузловой нагрузке
- 31 Число степеней свободы в расчетах на устойчивость. Устойчивые и неустойчивые формы равновесия для системы с 1 и 2 степенями свободы
- 32 Общая методика расчета на устойчивость системы с конечным числом степеней свободы
- 33 Система с бесконечным числом степеней свободы в расчетах на устойчивость
- 34 Допущения при исследовании устойчивости системы с бесконечным числом степеней свободы. Общий подход к расчету
- 35 Влияние поперечной силы на величину критической нагрузки при продольном изгибе
- 36 Определение прогибов прямолинейного стержня после потери устойчивости
- 37 Методика расчета на устойчивость стержня переменного сечения
- 38 Методика расчета ступенчатого стержня
- 39 Определение критической нагрузки для сжато-изогнутого стержня
- 40 Методы определения изгибающего момента при продольно-поперечном изгибе
- 41 Особенность динамической нагрузки. Виды динамических нагрузок
- 42 Виды колебаний (по наличию возмущающих сил, по учету сил сопротивления, по характеру изменения во времени, по типу деформации при колебаниях)
- 43 Основная цель динамического расчета стержневой системы
- 44 Методы динамики сооружений. Число степеней свободы в динамике
- 45 Учет массы системы при колебаниях
- 46 Учет сил сопротивления при колебаниях. Гипотеза Фойхта
- 47 Дифференциальное уравнение движения для системы с одной степенью свободы
- 48 Система дифференциальных уравнений движения для системы с n степенями свободы
- 49 Собственные числа и собственные частоты колебаний. Наиболее опасные частоты. Формы и амплитуды колебаний
- 50 Свойство ортогональности форм собственных колебаний для системы с n степенями свободы. Условия появления резонанса

3.4 Перечень вопросов к экзамену/зачету для специальностей 1-70 03 01 «Автомобильные дороги» и 1-37 02 05 «Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство»

I часть (дневная форма)

- 1 Предмет и задачи строительной механики
- 2 Основные уравнения и гипотезы строительной механики.
- 3 Сооружение и его расчетная схема.
- 4 Классификация стержневых систем.
- 5 Связи и их характеристики.
- 6 Нагрузки и воздействия на сооружения.
- 7 Геометрическая неизменяемость сооружений
- 8 Число степеней свободы плоской системы
- 9 Анализ геометрической структуры сооружений
- 10 Мгновенно-изменяемые системы
- 11 Кинематический анализ.
- 12 Статически определимые системы и их свойства.
- 13 Методы расчета статически определимых систем на статическую нагрузку
- 14 Подвижные нагрузки в задачах статики. Понятие о линиях влияния.
- 15 Статический метод построения линий влияния.

- 16 Кинематический метод построения линий влияния.
- 17 Определение усилий от неподвижной нагрузки по линиям влияния.
- 18 Линии влияния при узловой передаче нагрузки.
- 19 Невыгоднейшее загружение линий влияния.
- 20 Огибающие эпюры.
- 21 Общие сведения о многопролетных балках.
- 22 Расчет многопролетных балок на неподвижную нагрузку.
- 23 Линии влияния в многопролетных балках.
- 24 Понятие о ферме.
- 25 Классификация плоских ферм.
- 26 Кинематический анализ ферм.
- 27 Расчет ферм на неподвижную нагрузку.
- 28 Анализ напряженного состояния ферм
- 29 Линии влияния продольных сил в фермах.
- 30 Расчет шпренгельных ферм.
- 31 Основные параметры трехшарнирной системы. Типы трехшарнирных систем.
- 32 Определение опорных реакций в трехшарнирной системе.
- 33 Внутренние усилия в трехшарнирной системе от вертикальной нагрузки
- 34 Уравнение рациональной оси трехшарнирной системы. Действие равномерно распределенной нагрузки и сосредоточенных сил.
- 35 Линии влияния опорных реакций в трехшарнирной системе
- 36 Линия влияния изгибающего момента в трехшарнирной системе: способы наложения и нулевой точки.
- 37 Линия влияния поперечной силы в трехшарнирной системе: способы наложения и нулевой точки.
- 38 Линия влияния продольной силы в трехшарнирной системе: способы наложения и нулевой точки.
- 39 Расчетное положение подвижной нагрузки на арке
- 40 Перемещения и их обозначения.
- 41 Действительная работа внешних сил.
- 42 Действительная работа внутренних сил.
- 43 Возможная работа
- 44 Теоремы о взаимности работ и взаимности перемещений.
- 45 Формула Мора
- 46 Способ перемножения эпюр Верещагина
- 47 Частные случаи перемножения эпюр.

I часть (заочная форма)

- 1 Предмет и задачи строительной механики
- 2 Основные уравнения и гипотезы строительной механики.
- 3 Сооружение и его расчетная схема.
- 4 Классификация стержневых систем.
- 5 Связи и их характеристики.
- 6 Нагрузки и воздействия на сооружения.
- 7 Геометрическая неизменяемость сооружений
- 8 Число степеней свободы плоской системы
- 9 Анализ геометрической структуры сооружений
- 10 Мгновенно-изменяемые системы
- 11 Кинематический анализ.
- 12 Статически определимые системы и их свойства.
- 13 Методы расчета статически определимых систем на статическую нагрузку
- 14 Подвижные нагрузки в задачах статики. Понятие о линиях влияния.

- 15 Статический метод построения линий влияния.
- 16 Кинематический метод построения линий влияния.
- 17 Определение усилий от неподвижной нагрузки по линиям влияния.
- 18 Линии влияния при узловой передаче нагрузки.
- 19 Невыгоднейшее загрузение линий влияния.
- 20 Огибающие эпюры.
- 21 Общие сведения о многопролетных балках.
- 22 Расчет многопролетных балок на неподвижную нагрузку.
- 23 Линии влияния в многопролетных балках.
- 24 Понятие о ферме.
- 25 Классификация плоских ферм.
- 26 Кинематический анализ ферм.
- 27 Расчет ферм на неподвижную нагрузку.
- 28 Анализ напряженного состояния ферм
- 29 Линии влияния продольных сил в фермах.
- 30 Расчет шпренгельных ферм.
- 31 Основные параметры трехшарнирной системы. Типы трехшарнирных систем.
- 32 Определение опорных реакций в трехшарнирной системе.
- 33 Внутренние усилия в трехшарнирной системе от вертикальной нагрузки
- 34 Уравнение рациональной оси трехшарнирной системы. Действие равномерно распределенной нагрузки и сосредоточенных сил.
- 35 Линии влияния опорных реакций в трехшарнирной системе
- 36 Линия влияния изгибающего момента в трехшарнирной системе: способы наложения и нулевой точки.
- 37 Линия влияния поперечной силы в трехшарнирной системе: способы наложения и нулевой точки.
- 38 Линия влияния продольной силы в трехшарнирной системе: способы наложения и нулевой точки.
- 39 Расчетное положение подвижной нагрузки на арке
- 40 Перемещения и их обозначения.
- 41 Действительная работа внешних сил.
- 42 Действительная работа внутренних сил.
- 43 Возможная работа
- 44 Теоремы о взаимности работ и взаимности перемещений.
- 45 Формула Мора
- 46 Способ перемножения эпюр Верещагина
- 47 Частные случаи перемножения эпюр.

II часть

- 1 Статически неопределимые системы и их свойства. Степень статической неопределимости. Особенности расчета статически неопределимых систем.
- 2 Основная система и основные неизвестные метода сил.
- 3 Канонические уравнения метода сил.
- 4 Вычисление и проверка коэффициентов и свободных членов канонических уравнений.
- 5 Определение внутренних усилий в заданной статически неопределимой системе.
- 6 Проверка правильности определения внутренних усилий. Порядок расчета рам методом сил.
- 7 Определение перемещений в статически неопределимых системах.
- 8 Основные неизвестные метода перемещений. Степень кинематической неопределимости. Допущения метода перемещений.
- 9 Основная система метода перемещений. Типы дополнительных связей, цель их

- введения, типы реакций в них.
- 10 Канонические уравнения метода перемещений (вывод уравнений, их смысл, смысл входящих в них величин).
 - 11 Вычисление коэффициентов и свободных членов канонических уравнений статическим методом.
 - 12 Вычисление коэффициентов и свободных членов канонических уравнений общим (кинематическим) методом.
 - 13 Проверка коэффициентов и свободных членов канонических уравнений метода перемещений (единичных и грузовых реакций)
 - 14 Определение внутренних усилий в рамах методом перемещений и их проверка. Алгоритм расчета.
 - 15 Особенности расчета рам с наклонными элементами (особенности построения эпюр моментов от линейных смещений связей, особенности вычисления реакций дополнительных связей).
 - 16 Общие сведения о неразрезных балках.
 - 17 Степень статической неопределимости. Выбор основной системы метода сил.
 - 18 Вывод уравнения трех моментов и формулы для грузового перемещения.
 - 19 Особенности применения уравнений трех моментов к балкам с различными типами крайних опор. Порядок расчета.
 - 20 Расчет неразрезных балок методом перемещений (рекомендации по формированию основной системы, канонические уравнения).
 - 21 Расчет статически неопределимых ферм (статическая неопределимость плоских ферм, общий ход расчета, особенности вычисления перемещений).
 - 22 Типы статически неопределимых арок. Особенности расчета статически неопределимых арок. Законы изменения сечений арок.
 - 23 Расчет двухшарнирной арки на неподвижную нагрузку (общий ход расчета, особенности расчета арки с балочной основной системой).
 - 24 Расчет двухшарнирной арки с затяжкой (общий ход расчета, влияние жесткости затяжки на усилия и напряжения).
 - 25 Расчет бесшарнирной арки на неподвижную нагрузку (общий ход расчета, особенности расчета с основной системой, полученной разрезанием арки по оси симметрии).
 - 26 Основные понятия динамики сооружений. Динамические нагрузки. Число степеней свободы.
 - 27 Виды колебательных процессов и их характеристики.
 - 28 Свободные колебания систем с одной степенью свободы.
 - 29 Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы.
 - 30 Периодическая вибрационная нагрузка. Резонанс.
 - 31 Свободные колебания систем с конечным числом степеней свободы.
 - 32 Вынужденные колебания систем с конечным числом степеней свободы.
 - 33 Колебания систем с бесконечным числом степеней свободы.
 - 34 Порядок расчета рамы на динамические воздействия.
 - 35 Основные понятия устойчивости.
 - 36 Число степеней свободы при расчетах на устойчивость.
 - 37 Статический метод решения задач устойчивости.
 - 38 Энергетический метод решения задач устойчивости.
 - 39 Динамический метод решения задач устойчивости.
 - 40 Расчет стержня на устойчивость с одной степенью свободы.
 - 41 Расчет стержня на устойчивость с конечным числом степеней свободы.
 - 42 Задача Эйлера.
 - 43 Критическая сила при различных закреплениях стержня.
 - 44 Основные допущения при расчете рам на устойчивость.
 - 45 Последовательность расчета рамы методом перемещений на устойчивость.

3.5 Перечень вопросов к экзамену для специальности 1-70 02 01 «Производство строительных изделий и конструкций»

1. Предмет строительной механики, ее связь с другими дисциплинами.
2. Расчётные схемы стержневых конструкций. Типы элементов.
3. Классификация расчётных схем. Основные понятия и гипотезы строительной механики.
4. Цель анализа, последовательность. Основные понятия.
5. Определение числа степени свободы в стержневых системах.
6. Структурный анализ стержневых систем.
7. Мгновенно-изменяемые системы.
8. Кинематический анализ многопролетных балок.
9. Структура многопролётных балок. Их классификация. Поэтажные схемы.
10. Расчёт многопролётных балок на неподвижную нагрузку. Метод сечений.
11. Расчет многопролётных балок с использованием поэтажных схем.
12. Кинематический метод расчета многопролётных балок на неподвижную нагрузку.
13. Расчёт консольных балок на подвижную нагрузку. Построение линий влияния опорных реакций, изгибающих моментов и поперечных сил.
14. Расчёт однопролетных балок на подвижную нагрузку. Построение линий влияния опорных реакций, изгибающих моментов и поперечных сил.
15. Особенности построения линий влияния силовых факторов в многопролетных балках.
16. Кинематический метод построения линий влияния в балках.
17. Определение усилий по линиям влияния.
18. Назначение невыгодного положения нагрузки. Определение $R_{кр}$.
19. Кинематический анализ составных рам.
20. Структура составных рам. Их классификация. Поэтажные схемы.
21. Расчет одноэтажных составных рам с использованием поэтажных схем.
22. Расчет многоэтажных составных рам с использованием поэтажных схем.
23. Классификация ферм. Их структура. Кинематический анализ ферм.
24. Расчет ферм на неподвижную нагрузку. Способ моментной точки, способ простых сечений.
25. Расчет ферм на неподвижную нагрузку. Способ вырезания узлов.
26. Расчет ферм на подвижную нагрузку. Построение линий влияния в консольных элементах.
27. Расчет ферм на подвижную нагрузку. Построение линий влияния в пролетных элементах.
28. Общие понятия. Действительные, возможные перемещения.
29. Работа внешних сил. Потенциальная энергия деформации.
30. Теорема о взаимности работ (т. Бетти). Теорема о взаимности перемещений (т. Максвелла).
31. Вывод общей формулы Мора-Максвелла (интегралов Мора). Частные случаи формулы Мора.
32. Техника вычисления интеграла Мора (формулы Симпсона, Бреслау-Мюллера, правило Верещагина). Пример.
33. Общие сведения о статически неопределимых системах. Преимущества и недостатки с.н.с. Методы расчета.
34. Сущность и последовательность метода сил.
35. Степень статической неопределимости n_c . Формирование основной системы метода сил. Требования, предъявляемые к ней.

36. Канонические уравнения метода сил. Структура и физический смысл уравнений.
37. Физический смысл удельных коэффициентов, их определение и проверка.
38. Физический смысл грузовых коэффициентов, их определение и проверка.
39. Построение эпюры $M_{ок}$. Статические проверки (по узлам, ординатам). Деформационная проверка (вывод формулы, физический смысл, оценка погрешности).
40. Построение эпюры $Q_{ок}$ (зависимость Журавского). Построение эпюры $N_{ок}$. Проверка равновесия рамы в целом.
41. Определение перемещений в с.н.с. Пример.
42. Упрощения при расчете несимметричных рам (типы, примеры).
43. Упрощения при расчете симметричных рам (типы, примеры).
44. Расчет плоско-пространственных рам. Пример.
45. Особенности расчета пространственных рам.
46. Сущность метода перемещений. Последовательность расчета.
47. Степень кинематической неопределимости. Формирование основной системы.
48. Канонические уравнения метода перемещений. Их физический смысл, структура. Физический смысл удельных коэффициентов, их определение и проверка.
49. Определение грузовых реакций, их физический смысл и проверка.
50. Построение эпюры $M_{ок}$. Статические проверки (по узлам, ординатам). Деформационная проверка (вывод формулы, физический смысл, оценка погрешности).
51. Упрощения при расчете рам методом перемещений.
52. Расчет статически неопределимых систем с учетом пластических деформаций.
53. Смешанный метод расчета с.н.с. Его сущность и особенности. Структура канонических уравнений, определение коэффициентов и их проверка.
54. Сущность комбинированного метода. Канонические уравнения, их коэффициенты, способы их определения и проверки.

4 ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет транспорта»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор учреждения
образования «Белорусский
государственный университет
транспорта

В.Я. Негрей

« 02 » 07 2015

Регистрационный № УД- 12.30 / уч.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной
дисциплине для специальностей:

1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»

1-70 02 02 «Экспертиза и управление недвижимостью»

Учебная программа составлена на основе образовательных стандартов ОСВО 1-70 02 01-2013 «Промышленное и гражданское строительство», ОСВО 1-70 02 02-2013 «Экспертиза и управление недвижимостью».

СОСТАВИТЕЛЬ:

А. В. Яровая, доцент кафедры «Строительная механика» учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта», доктор физико-математических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В. В. Талецкий, заведующий кафедрой «Строительные конструкции, основания и фундаменты» УО «Белорусский государственный университет транспорта»;

С. В. Шилько, заведующий лабораторией «Механика композитов и биополимеров» ИММС НАН Беларуси, кандидат технических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Строительная механика» учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта»
(протокол № 4 от 27.04.2015 г.);

научно-методической комиссией факультета ПГС учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта»
(протокол № 3 от 27.04.2015 г.);

научно-методической комиссией заочного факультета учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта»
(протокол № от 2015 г.);

научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта»
(протокол № 5 от 30.06.2015 г.).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Актуальность изучения учебной дисциплины

Строительная механика является одной из основных общепрофессиональных инженерных дисциплин и играет существенную роль в формировании инженера. Подготовка высококвалифицированных инженеров-строителей возможна лишь при достаточно детальном изучении и глубоком усвоении студентами современной строительной механики стержневых систем, а также систем, включающих в себя пластины, оболочки и массивные тела.

Правильное решение задач расчетов на прочность, жесткость и устойчивость конструкций, используемых в сложных эксплуатационных условиях под действием как статических, так и динамических нагрузок, учет температурных воздействий и процессов, связанных с длительностью эксплуатации, является необходимым условием надежности и долговечности промышленных, гражданских и транспортных сооружений.

Поэтому важно, чтобы в процессе обучения студент освоил методы расчета сооружений на прочность, жесткость и устойчивость при статических и динамических нагрузках, а также температурных и кинематических воздействиях, и получил необходимые практические навыки при определении внутренних усилий и перемещений в них.

Программа разработана на основе компетентного подхода, требований к формированию компетенций, сформулированных в образовательных стандартах ОСВО 1-70 02 01-2013 «Промышленное и гражданское строительство», ОСВО 1-70 02 02-2013 «Экспертиза и управление недвижимостью».

Дисциплина относится к общепрофессиональным дисциплинам, осваиваемых студентами специальностей 1-70 02 01 Промышленное и гражданское строительство, 1-70 02 02 Экспертиза и управление недвижимостью.

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель дисциплины – обучение студентов инженерным методам расчетов сооружений на прочность, жесткость и устойчивость в условиях действия постоянных и переменных во времени нагрузок, развитие и закрепление академических и социально-личностных компетенций.

Основными задачами дисциплины являются: развитие студентами навыков самостоятельной работы в практике инженерных расчетов; освоение теоретического материала, который позволит заложить основу для изучения специальных дисциплин, содержащих прочностные расчеты; получение практических навыков расчета; ознакомление с современными подходами к расчету сложных систем, элементами рационального проектирования конструкций.

Требования к уровню освоения содержания учебной дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен закрепить и развить следующие академические (АК) и социально-личностные (СЛК) компетенции, предусмотренные в образовательных стандартах ОСВО 1-70 02 01-2013, ОСВО 1-70 02 02-2013:

- АК-1 уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- АК-2 владеть системным и сравнительным анализом;
- АК-3 владеть исследовательскими навыками;
- АК-4 уметь работать самостоятельно;
- АК-5 быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью);
- АК-6 владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;
- СЛК-2 быть способным к социальному взаимодействию;
- СЛК-3 обладать способностью к межличностным коммуникациям;
- СЛК-6 уметь работать в команде.

В результате изучения дисциплины студент должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК), предусмотренными:

образовательным стандартом ОСВО 1-70 02 01-2013:

- ПК-10 проектировать конструктивные схемы зданий и сооружений различного функционального назначения в составе группы специалистов или самостоятельно;
- ПК-12 выполнять расчеты и конструирование строительных конструкций с использованием методов автоматизированного проектирования;
- ПК-14 определять актуальные направления научных исследований в области строительства с целью внедрения в практику эффективных строительных материалов, конструкций и технологий;
- ПК-17 осуществлять рационализаторскую и изобретательскую деятельность в области строительства в составе коллектива специалистов или самостоятельно;
- ПК-25 определять цели инноваций и способы их достижения в области строительства;
- ПК-26 работать с научной, технической, юридической литературой в области промышленного и гражданского строительства.

образовательным стандартом ОСВО 1-70 02 02-2013:

- ПК-16 планировать и выполнять теоретические и экспериментальные исследования с использованием современных методов эксперимента и средств вычислительной техники;
- ПК-23 осуществлять комплексную экспертизу различных видов объектов недвижимости, экологических аспектов, рынка недвижимости и его сегментов, деятельности субъектов предпринимательства;
- ПК-21 организовывать работу по подготовке научных статей, сообщений, рефератов и заявок на изобретения и лично участвовать в ней;
- ПК-29 оценивать конкурентоспособность и экономическую эффективность разрабатываемых новых технологий и конструктивных решений при ремонте, реконструкции, модернизации зданий и сооружений.

Для приобретения профессиональных компетенций в результате изучения дисциплины «Строительная механика» студент должен **знать**:

- классификацию расчетных схем строительных сооружений;
- последовательность проведения кинематического анализа сооружений;
- основные понятия, гипотезы и допущения строительной механики;
- методы расчета строительных сооружений на прочность, жесткость и устойчивость от действия нагрузок и других воздействий;

уметь:

- выполнить кинематический анализ расчетной схемы;
- выбрать метод расчета;
- определить усилия, вычислить перемещения от действующих на сооружение нагрузок;
- дать оценку прочности, жесткости и устойчивости сооружения;

владеть:

- методикой оценки прочности, жесткости и устойчивости сооружения;
- методикой выбора допущений для решения простейших задач теории упругости;
- приемами решения узловых соединений сборных соединений зданий.

Структура содержания учебной дисциплины

Содержание дисциплины представлено в виде разделов и тем, которые характеризуются относительно самостоятельными укрупненными дидактическими единицами содержания обучения. Освоение дисциплины базируется на компетенциях, приобретенных ранее студентами при изучении дисциплин «Теоретическая механика», «Сопротивление материалов», «Математика», а также отдельных разделов физики.

Форма получения высшего образования – дневная и заочная. Дисциплина изучается в 5, 6, 7 (дневная форма), 5, 6, 7, 8 (заочная форма) и 8, 9, 10 (заочная сокращенная форма) семестрах.

В соответствии с учебным планом на изучение дисциплины для дневной формы специальности 1-70 02 01 отведено всего 436 часов, в том числе 196 аудиторных часов, из них лекции – 102 часа, практические занятия – 94 часа. Форма текущей аттестации – расчетно-графические работы, экзамены и зачет. Трудоемкость дисциплины составляет 12 зачетных единиц.

Распределение аудиторных часов по семестрам, видам занятий для дневной формы обучения специальности 1-70 02 01:

Семестр	Всего часов	Зачетных единиц	Аудиторных часов	Лекции	Практические занятия	Форма текущей аттестации
5	152	4	66	34	32	3 РГР, экзамен
6	142	4	64	34	30	3 РГР, экзамен
7	142	4	66	34	32	3 РГР, зачет

Обозначение: РГР – расчетно-графическая работа

В соответствии с учебным планом на изучение дисциплины для дневной формы специальности 1-70 02 02 отведено всего 380 часов, в том числе 180 аудиторных часов, из них лекции – 102 часа, практические занятия – 78 часов. Форма текущей аттестации – расчетно-графические работы, экзамены и зачет. Трудоемкость дисциплины составляет 8,5 зачетных единиц. Распределение аудиторных часов по семестрам, видам занятий для дневной формы обучения специальности 1-70 02 02:

Семестр	Всего часов	Зачетных единиц	Аудиторных часов	Лекции	Практические занятия	Форма текущей аттестации
5	142	3	66	34	32	3 РГР, экзамен
6	144	3,5	64	34	30	3 РГР, экзамен
7	94	2	50	34	16	3 РГР, зачет

Обозначение: РГР – расчетно-графическая работа

В соответствии с учебным планом на изучение дисциплины для заочной формы специальности 1-70 02 01 (ЗП) отведено всего 436 часов, в том числе 40 аудиторных часов, из них лекции – 16 часов, практические занятия – 20 часов. Форма текущей аттестации – контрольные работы, экзамены, зачет. Трудоемкость дисциплины составляет 12 зачетных единиц. Распределение аудиторных часов по семестрам, видам занятий для заочной формы обучения специальности 1-70 02 01:

Семестр	Всего часов	Зачетных единиц	Аудиторных часов	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа студента (СУРС)	Форма текущей аттестации
5	8	0	8	4	4		
6	122	4	10	4	6		КР, экзамен
7	152	4	10	4	6		КР, экзамен
8	154	4	12	4	4	4	КР, зачет

Обозначение: КР – контрольная работа

В соответствии с учебным планом на изучение дисциплины для заочной сокращенной формы специальности 1-70 02 01 (ЗПс) отведено всего 436 часов, в том числе 40 аудиторных часов, из них лекции – 16 часов, практические занятия – 20 часов. Форма текущей аттестации – контрольные работы, экзамены, зачет. Трудоемкость дисциплины составляет 12 зачетных единиц. Распределение аудиторных часов по семестрам, видам занятий для заочной формы обучения специальности 1-70 02 01 (заочная сокращенная форма):

Семестр	Всего часов	Зачетных единиц	Аудиторных часов	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа студента (СУРС)	Форма текущей аттестации
8	12		10	6	4		
9	164		10	6	4		КР, зачет
10	200		8	4	4		КР, экзамен

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел I. Общие принципы и методы строительной механики

Тема 1. Задачи строительной механики и методы их решения

Краткий исторический очерк развития строительной механики. Строительная механика как наука о расчете на прочность, жесткость и устойчивость сооружений. Ее основные задачи, принципы и методы. Связь с другими общеинженерными и специальными дисциплинами.

Гипотезы и допущения строительной механики. Основные уравнения строительной механики. Физические модели материалов. Классификация задач строительной механики. Нагрузки и воздействия на сооружения.

Тема 2. Расчетные схемы сооружений

Понятие о расчетной схеме сооружения. Многообразие расчетных схем, их зависимость от требуемой точности расчета, используемой вычислительной техники. Классификация сооружений и их расчетных схем.

Основные элементы сооружений: стержни, пластины, оболочки и массивные тела. Основные способы соединения элементов в единую систему и прикрепления сооружений к основанию. Связи, опоры, их типы.

Понятие о расчетах по деформированной и недеформированной схеме сооружения. Особенности использования принципа возможных перемещений в расчетах по недеформированной схеме. Принцип суперпозиции в задачах вычисления внутренних сил и опорных реакций.

Тема 3. Анализ образования систем (сооружений)

Статический и кинематический анализ различных типов связей и опор. Образование систем (сооружений). Неизменяемые, изменяемые и мгновенно изменяемые системы. Число степеней свободы и число «лишних» связей систем. Геометрический (кинематический) анализ образования системы (сооружения). Условия геометрической неизменяемости стержневых систем. Условия статической определимости геометрически неизменяемых стержневых систем.

Раздел II. Статически определимые системы

Тема 4. Методы определения усилий от неподвижной нагрузки

Методы определения усилий в статически определимых системах: метод сечений; метод замены связей; кинематический метод. Примеры применения этих методов в расчетах простейших стержневых систем. Расчет многопролетных шарнирных балок. Определение опорных реакций, внутренних сил, построение и контроль эпюр. Применение матриц влияния внутренних сил.

Тема 5. Методы определения усилий от подвижной нагрузки

Понятие об особенностях расчета на подвижную нагрузку. Линии влияния. Статический и кинематический методы построения линий влияния. Линии влияния опорных реакций, изгибающих моментов и поперечных сил в балках. Построение линий влияния для многопролетных балок.

Линии влияния при узловой передаче нагрузки. Определение усилий по линиям влияния. Определение расчетного положения подвижных нагрузок по линиям влияния. Понятие об эквивалентной нагрузке. Огибающие эпюры.

Тема 6. Расчет плоских балочных ферм

Понятие о ферме и особенностях ее работы при узловой нагрузке. Расчетные схемы ферм. Образование ферм. Классификация ферм. Определения усилий в стержнях фермы при неподвижной нагрузке. Построение линий влияния усилий в стержнях ферм: статический и кинематический методы.

Образование шпренгельных ферм и определение усилий в их стержнях.

Анализ продольных сил в стержнях некоторых простых балочных ферм при вертикальной нагрузке. Сопоставление ферм с различным очертанием поясов. Понятие о рациональной схеме фермы.

Тема 7. Расчет трехшарнирных систем

Образование трехшарнирных систем. Определение опорных реакций и внутренних сил. Сопоставление трехшарнирной системы с балкой. Построение линий влияния реакций и усилий в трехшарнирных системах. Линии влияния крайних напряжений и ядровых моментов. Рациональное очертание оси арки. Понятие о кривой давления.

Трехшарнирные арки и рамы с затяжкой. Расчет трехшарнирных арочных ферм. Понятие о статически определимых вантовых системах и их расчете.

Тема 8. Определение перемещений и некоторые основные теоремы строительной механики

Перемещения и их обозначения. Работа внешних и внутренних сил. Теоремы о взаимности работ и взаимности перемещений. Общий метод определения перемещений по формуле Максвелла-Мора и способы вычис-

ления интегралов Мора. Перемещения от изменения температуры и смещений опор.

Раздел III. Статически неопределимые системы

Тема 9. Метод сил

Статическая неопределимость. Понятие об основных методах расчета статически неопределимых систем. Степень статической неопределимости. Сущность метода сил. Основная система метода сил. Канонические уравнения метода сил, проверка коэффициентов и свободных членов уравнений. Общий алгоритм расчета статически неопределимых систем по методу сил (на примере плоских рам). Построение эпюр M , Q и N и проверки. Использование симметрии системы, группировка неизвестных.

Расчет на изменение температуры и перемещения опор. Определение перемещений в статически неопределимых системах. Построение линий влияния в статически неопределимых системах.

Тема 10. Расчет статически неопределимых арок методом сил

Виды статически неопределимых арок. Выбор расчетной схемы и метода расчета арок. Особенности расчета двухшарнирных и бесшарнирных арок. Использование упругого центра. Влияние обжатия арки. Расчет на действие температуры и осадку опор. Регулирование напряжений в бесшарнирных арках.

Тема 11. Расчет статически неопределимых ферм методом сил

Виды статически неопределимых ферм. Выбор расчетной схемы и метода расчета ферм, применение метода сил и метода перемещений. Определение усилий от неподвижной нагрузки и построение линий влияния. Статически неопределимые комбинированные системы.

Тема 12. Расчет неразрезных балок методом сил

Виды неразрезных балок и особенности их конструкции. Применение метода сил к расчету неразрезных балок при неподвижной нагрузке. Уравнение трех моментов. Построение огибающих эпюр и линий влияния.

Тема 13. Метод перемещений

Сущность метода и основные допущения. Неизвестные и степень кинематической неопределимости системы. Основная система и канонические уравнения метода перемещений. Табличные значения реакций отдельного стержня. Теорема о взаимности реакций, ее использование при составлении уравнений. Алгоритм расчета (на примере плоских стержневых систем). Способы определения единичных и грузовых реакций.

Особенности расчета рам с наклонными стойками. Упрощения в методе перемещений. Использование симметрии системы. Особенности расчета многоэтажных рам. Расчет на изменение температуры и перемещения опор.

Применение метода перемещений к расчету неразрезных балок.

Тема 14. Смешанный и комбинированный методы

Сопоставление методов сил и перемещений, их обобщение. Теорема о взаимности реакций и перемещений. Основная система, неизвестные и канонические уравнения смешанного метода (на примере плоских рам). Свойства матрицы системы канонических уравнений, алгоритм расчета.

Комбинированный способ расчета симметричных и несимметричных систем. Понятие о приближенных способах расчета рам.

Тема 15. Основы расчета стержневых систем по несущей способности и основы расчета пространственных систем

Работа сечения стержня в пластической стадии. Особенности расчета статически определимых и неопределимых систем с учетом пластических свойств материала. Пластические шарниры. Предельные состояния статически неопределимых систем по методу предельного равновесия.

Особенности расчета по несущей способности неразрезных балок, рам, арок, статически неопределимых ферм.

Основы расчета пространственных систем при статических нагрузках.

Тема 16. Некоторые современные проблемы теории сооружений

Современные проблемы расчета сооружений. Применение программно-вычислительных комплексов для расчета сооружений. Понятие о статистических методах расчета и теории надежности сооружений. Пути развития строительной механики в странах СНГ и за рубежом.

Раздел IV. Устойчивость сооружений

Тема 17. Методы исследования устойчивости упругих систем

Виды равновесия. Потеря устойчивости системы «в малом» и «в большом». Понятие критической нагрузки. Различные виды потери устойчивости деформируемых систем. Основные критерии и методы исследования устойчивости упругих систем: динамический, статический и энергетический. Устойчивость систем с одной и несколькими степенями свободы.

Тема 18. Устойчивость прямых сжатых стержней

Устойчивость сжатого стержня постоянного сечения. Использование точного и приближенного выражения для кривизны стержня. Дифференциальные уравнения второго и четвертого порядков и их интегрирование при различных граничных условиях.

Тема 19. Приближенные методы исследования устойчивости сжатых стержней

Энергетический метод (метод С. П. Тимошенко и метод Ритца). Понятие об устойчивости систем при действии нагрузки, зависящей от нескольких параметров. Метод Бубнова–Галеркина.

Тема 20. Устойчивость рам и арок

Основные допущения. Метод сил в исследовании устойчивости рамных систем. Метод перемещений. Вычисление реакций сжатых стержней. Устойчивость неразрезных сжатых стержней на жестких и упругих опорах. Понятие о расчете на устойчивость арии и круглого кольца.

Раздел V. Динамика сооружений

Тема 21. Основные понятия динамики

Динамические нагрузки и их особенности. Силы инерции. Задачи и методы динамики сооружений. Понятие о степенях свободы системы.

Тема 22. Колебания систем с одной степенью свободы

Дифференциальное уравнение движения. Использование уравнений Лагранжа и обобщенных координат для описания движения системы с одной степенью свободы. Свободные колебания. Частота и период свободных колебаний. Общий случай действия возмущающей силы. Резонанс и его развитие во времени. Динамический коэффициент. Учет сил сопротивления.

Тема 23. Колебания системы с несколькими степенями свободы

Дифференциальные уравнения движения системы при произвольной нагрузке. Свободные колебания системы. Спектр частот и форм собственных колебаний. Ортогональность собственных (главных) форм колебаний. Действие на систему гармонической нагрузки. Действие произвольной нагрузки. Разложение движения системы по формам собственных колебаний как пример применения обобщенных координат. Учет сил сопротивления. Понятие о динамическом методе расчета сооружений на сейсмические воздействия.

Тема 24. Колебания системы с бесконечно большим числом степеней свободы

Дифференциальные уравнения продольных колебаний стержня. Понятие о распределении упругих воли. Спектр продольных колебаний. Дифференциальное уравнение поперечных колебаний стержня. Свободные колебания. Балочные функции. Понятие об общем случае действия возмущающей нагрузки.

Расчет статически неопределимых рам на вибрационную нагрузку. Определение частот и форм собственных колебаний по методу сил и перемещений.

Тема 25. Направления развития динамики и устойчивости сооружений

Обзор современных направлений развития динамики и устойчивости сооружений. Автоколебания и аэроупругие колебания в задачах динамики мостовых и строительных конструкций. Понятие о статистических методах в динамике и устойчивости сооружений.

ХАРАКТЕРИСТИКА РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ (ДНЕВНАЯ ФОРМА)

Для развития навыков в самостоятельном решении технических задач учебным планом установлены девять расчетно-графические работы с индивидуальным заданием по всем основным темам курса. Эти работы принимаются преподавателем с защитой. Темы расчетно-графических работ:

1. Расчет статически определимых многопролетной балки и плоской фермы.
2. Расчет трехшарнирной арки на неподвижную и подвижную нагрузки.
3. Расчет статически неопределимой плоской рамы методом сил.
4. Расчет статически неопределимой двухшарнирной арки.
5. Расчет неразрезной балки на неподвижную и подвижную нагрузки.
6. Расчет статически неопределимой плоской рамы методом перемещений.
7. Расчеты плоских стержневых систем на устойчивость.
8. Динамические расчеты стержневых систем на свободные и вынужденные колебания.
9. Расчеты рамы на динамические воздействия и устойчивость.

ХАРАКТЕРИСТИКА КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ (ЗАОЧНАЯ ФОРМА)

Для развития навыков в самостоятельном решении технических задач учебным планом установлены три контрольные работы с индивидуальным заданием. Темы контрольных работ:

1. Расчет статически определимой системы на неподвижную и подвижную нагрузки.
2. Расчет статически неопределимой рамы на неподвижную нагрузку.
3. Расчет рамы на устойчивость и колебания.

ХАРАКТЕРИСТИКА КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ (ЗАОЧНАЯ СОКРАЩЕННАЯ ФОРМА)

Для развития навыков в самостоятельном решении технических задач учебным планом установлены две контрольные работы с индивидуальным заданием. Темы контрольных работ:

1. Расчет статически определимой системы на неподвижную и подвижную нагрузки.
2. Расчет статически неопределимой рамы на неподвижную нагрузку.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА (ДНЕВНАЯ ФОРМА)

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов		Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		лекции	Практические занятия			
1	Раздел I. Общие принципы и методы строительной механики	6	4			
1.1	Тема 1. Задачи строительной механики и методы их решения	2		Плакаты	[1 - 4]	
1.1.1	Краткий исторический очерк развития строительной механики. Строительная механика как наука о расчете на прочность, жесткость и устойчивость сооружений. Ее основные задачи, принципы и методы. Связь с другими общеинженерными и специальными дисциплинами. Гипотезы и допущения строительной механики. Основные уравнения строительной механики. Физические модели материалов. Классификация задач строительной механики. Нагрузки и воздействия на сооружения.	2		Плакаты	[1 - 4]	
1.2	Тема 2. Расчетные схемы сооружений	2	2	Плакаты	[1 - 4]	
1.2.1	Понятие о расчетной схеме сооружения. Многообразие расчетных	2	2	Плакаты	[1 - 4]	

	схем, их зависимость от требуемой точности расчета, используемой вычислительной техники. Классификация сооружений и их расчетных схем. Основные элементы сооружений: стержни, пластины, оболочки и массивные тела. Основные способы соединения элементов в единую систему и прикрепления сооружений к основанию. Связи, опоры, их типы. Понятие о расчетах по деформированной и недеформированной схеме сооружения. Особенности использования принципа возможных перемещений в расчетах по недеформированной схеме. Принцип суперпозиции в задачах вычисления внутренних сил и опорных реакций.					
1.3	Тема 3. Анализ образования систем (сооружений)	2	2	Плакаты	[1 - 4]	Самостоятельная работа
1.3.1	Статический и кинематический анализ различных типов связей и опор. Образование систем (сооружений). Неизменяемые, изменяемые и мгновенно изменяемые системы. Число степеней свободы и число «лишних» связей систем. Геометрический (кинематический) анализ образования системы (сооружения). Условия геометрической неизменяемости стержневых систем. Условия статической определимости геометрически неизменяемых стержневых систем.	2	2	Плакаты	[1 - 4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа

2	Раздел II. Статически определяемые системы	22	22			
2.1	Тема 4. Методы определения усилий от неподвижной нагрузки	2	2	Плака- ты	[1 - 5]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
2.1. 1	Методы определения усилий в статически определяемых системах: метод сечений; метод замены связей; кинематический метод. Примеры применения этих методов в расчетах простейших стержневых систем. Расчет многопролетных шарнирных балок. Определение опорных реакций, внутренних сил, построение и контроль эпюр. Применение матриц влияния внутренних сил.	2	2	Плака- ты	[1 - 5]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
2.2	Тема 5. Методы определения усилий от подвижной нагрузки	6	6	Плака- ты	[1 - 5]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
2.2. 1	Понятие об особенностях расчета на подвижную нагрузку. Линии влияния. Статический и кинематический методы построения линий влияния. Линии влияния опорных реакций, изгибающих моментов и поперечных сил в балках.	2	2	Плака- ты	[1 - 5]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
2.2. 2	Построение линий влияния для многопролетных балок. Линии влияния при узловой передаче нагрузки. Определение усилий по линиям влияния. Определение расчетного положения подвижных нагрузок по линиям влияния.	2	2	Плака- ты	[1 - 5]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
2.2. 3	Понятие об эквивалентной нагрузке. Огибаю-	2	2	Плака- ты	[1 - 5]	Защита РГР, тест, самостоя-

	щие эпюры.				5]	тельная работа
2.3	Тема 6. Расчет плоских балочных ферм	6	6	Плака- ты	[1 - 4], [7]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
2.3. 1	Понятие о ферме и особенностях ее работы при узловой нагрузке. Расчетные схемы ферм. Образование ферм. Классификация ферм. Определения усилий в стержнях фермы при неподвижной нагрузке. Построение линий влияния усилий в стержнях ферм: статический и кинематический методы.	2	2	Плака- ты	[1 - 4], [7]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
2.3. 2	Образование шпренгельных ферм и определение усилий в их стержнях.	2	2	Плака- ты	[1 - 4], [7]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
2.3. 3	Анализ продольных сил в стержнях некоторых простых балочных ферм при вертикальной нагрузке. Сопоставление ферм с различным очертанием поясов. Понятие о рациональной схеме фермы.	2	2	Плака- ты	[1 - 4], [7]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
2.4	Тема 7. Расчет трехшарнирных систем	4	4	Плака- ты	[1 - 4], [6]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
2.4. 1	Образование трехшарнирных систем. Определение опорных реакций и внутренних сил. Сопоставление трехшарнирной системы с балкой. Построение линий влияния реакций и усилий в трехшарнирных системах. Линии влияния краевых напряжений и ядровых моментов. Рацио-	2	2	Плака- ты	[1 - 4], [6]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа

	нальное очертание оси арки. Понятие о кривой давления.					
2.4. 2	Трехшарнирные арки и рамы с затяжкой. Расчет трехшарнирных арочных ферм. Понятие о статически определимых вантовых системах и их расчете.	2	2	Плака- ты	[1 - 4], [6]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
2.5	Тема 8. Определение перемещений и некото- рые основные теоремы строительной механики	4	4	Плака- ты	[1 - 4]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
2.5. 1	Перемещения и их обо- значения. Работа внеш- них и внутренних сил. Общий метод определе- ния перемещений по формуле Максвелла- Мора и способы вычис- ления интегралов Мора.	2	2	Плака- ты	[1 - 4]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
2.5. 2	Перемещения от измене- ния температуры и сме- щений опор. Теоремы о взаимности работ и вза- имности перемещений.	2	2	Плака- ты	[1 - 4]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
3	Раздел III. Статиче- ски неопределимые системы	40	36			
3.1	Тема 9. Метод сил	6	6	Плака- ты	[1 - 4]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
3.1. 1	Статическая неопреде- лимость. Понятие об ос- новных методах расчета статически неопредели- мых систем. Степень ста- тической неопределимо- сти. Сущность метода сил. Основная система метода сил. Канониче- ские уравнения метода сил, проверка коэффици- ентов и свободных чле- нов уравнений.	2	2	Плака- ты	[1 - 4]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа

3.1. 2	Общий алгоритм расчета статически неопределимых систем по методу сил (на примере плоских рам). Построение эпюр M , Q и N и проверки. Использование симметрии системы, группировка неизвестных.	2	2	Плака- ты	[1 - 4]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
3.1. 3	Расчет на изменение температуры и перемещения опор. Определение перемещений в статически неопределимых системах. Построение линий влияния в статически неопределимых системах.	2	2	Плака- ты	[1 - 4]	экзамен
3.2	Тема 10. Расчет статически неопределимых арок методом сил	4	4	Плака- ты	[1 - 4]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
3.2. 1	Виды статически неопределимых арок. Выбор расчетной схемы и метода расчета арок.	2	2	Плака- ты	[1 - 4]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
3.2. 2	Особенности расчета двухшарнирных и бесшарнирных арок. Использование упругого центра.	2	2	Плака- ты	[1 - 4]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
3.3	Тема 11. Расчет статически неопределимых ферм методом сил	4	2	Плака- ты	[1 - 5]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
3.3. 1	Виды статически неопределимых ферм. Выбор расчетной схемы и метода расчета ферм, применение метода сил и метода перемещений.	2	2	Плака- ты	[1 - 4]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
3.3. 2	Определение усилий от неподвижной нагрузки и построение линий влияния. Статически неопределимые комбинированные системы.	2		Плака- ты	[1 - 4]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа

3.4	Тема 12. Расчет неразрезных балок методом сил	6	6	Плака- ты	[1 - 4]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
3.4. 1	Виды неразрезных балок и особенности их кон- струкции. Применение метода сил к расчету не- разрезных балок при не- подвижной нагрузке.	2	2	Плака- ты	[1 - 4]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
3.4. 2	Уравнение трех момен- тов.	2	2	Плака- ты	[1 - 4]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
3.4. 3	Построение огибающих эпюр и линий влияния.	2	2	Плака- ты	[1 - 4]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
3.5	Тема 13. Метод пере- мещений	8	8	Плака- ты	[1 - 4]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
3.5. 1	Сущность метода и ос- новные допущения. Не- известные и степень ки- нематической неопреде- лимости системы. Ос- новная система и кано- нические уравнения ме- тода перемещений. Таб- личные значения реакций отдельного стержня.	2	2	Плака- ты	[1 - 4]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
3.5. 2	Теорема о взаимности реакций, ее использо- вание при составлении уравнений. Алгоритм расчета (на примере плоских стержневых си- стем). Способы опреде- ления единичных и гру- зовых реакций.	2	2	Плака- ты	[1 - 4]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
3.5. 3	Особенности расчета рам с наклонными стойками. Упрощения в методе пе- ремещений. Использо- вание симметрии системы. Особенности расчета многоэтажных рам. Рас- чет на изменение темпе- ратуры и перемещения опор.	2	2	Плака- ты	[1 - 4]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа

3.5. 4	Применение метода перемещений к расчету неразрезных балок.	2	2	Плака- ты	[1 - 4]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
3.6	Тема 14. Смешанный и комбинированный методы	4	4	Плака- ты	[1 - 4]	Тест, самостоя- тельная работа
3.6. 1	Сопоставление методов сил и перемещений, их обобщение. Теорема о взаимности реакций и перемещений. Основная система, неизвестные и канонические уравнения смешанного метода (на примере плоских рам). Свойства матрицы системы канонических уравнений, алгоритм расчета.	2	2	Плака- ты	[1 - 4]	Тест, самостоя- тельная работа
3.6. 2	Комбинированный способ расчета симметричных и несимметричных систем. Понятие о приближенных способах расчета рам.	2	2	Плака- ты	[1 - 4]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
3.7	Тема 15. Основы расчета стержневых систем по несущей способности и основы расчета пространственных систем	6	6	Плака- ты	[2 - 4]	Самостоятель- ная работа
3.7. 1	Работа сечения стержня в пластической стадии. Особенности расчета статически определимых и неопределимых систем с учетом пластических свойств материала. Пластические шарниры. Предельные состояния статически неопределимых систем по методу предельного равновесия.	2	2	Плака- ты	[2 - 4]	Тест, самостоя- тельная работа
3.7. 2	Особенности расчета по несущей способности неразрезных балок, рам, арок, статически неопределимых ферм. Разгрузка и остаточные напряжения и деформации. Предель-	2	4	Плака- ты	[2 - 4]	тест, самостоя- тельная работа

	ные нагрузки при многократном их приложении.					
3.7. 3	Основы расчета пространственных систем при статических нагрузках.	2		Плака- ты	[2 - 4]	тест, самостоя- тельная работа
3.8	Тема 16. Некоторые современные проблемы теории сооружений	2		Плака- ты	[1 - 4]	тест, самостоя- тельная работа
3.8. 1	Современные проблемы расчета сооружений. Применение программно-вычислительных комплексов для расчета сооружений. Понятие о статистических методах расчета и теории надежности сооружений. Пути развития строительной механики в странах СНГ и за рубежом.	2		Плака- ты	[1 - 4]	экзамен
4	Раздел IV. Устойчи- вость сооружений	18	16/ 8			
4.1	Тема 17. Методы исследования устойчивости упругих систем	4	2/0	Плака- ты	[2 - 4]	
4.1. 1	Виды равновесия. Потеря устойчивости системы «в малом» и «в большом». Понятие критической нагрузки. Различные виды потери устойчивости деформируемых систем. Основные критерии и методы исследования устойчивости упругих систем: динамический, статический и энергетический.	2	0	Плака- ты	[2 - 4]	
4.1. 2	Устойчивость систем с одной и несколькими степенями свободы.	2	2/0	Плака- ты	[2 - 4]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
4.2	Тема 18. Устойчивость прямых сжатых стержней	6	6/4	Плака- ты	[2 - 4]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа

4.2. 1	Устойчивость сжатого стержня постоянного сечения. Использование точного и приближенного выражения для кривизны стержня.	2	2	Плака- ты	[2 - 4]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
4.2. 2	Дифференциальные уравнения второго и четвертого порядков и их интегрирование при различных граничных условиях.	4	4/2	Плака- ты	[2 - 4]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
4.3	Те- ма 19. Приближенные методы исследования устойчивости сжатых стержней	4	4/2	Плака- ты	[2 - 4]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
4.3. 1	Энергетический метод (метод С. П. Тимошенко и метод Ритца). Понятие об устойчивости систем при действии нагрузки, зависящей от нескольких параметров. Метод Бубнова–Галеркина.	4	4/2	Плака- ты	[2 - 4]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
4.4	Тема 20. Устойчивость рам и арок	4	4/2	Плака- ты	[2 - 4]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
4.4. 1	Основные допущения. Метод сил в исследовании устойчивости рамных систем. Метод перемещений. Вычисление реакций сжатых стержней. Устойчивость неразрезных сжатых стержней на жестких и упругих опорах.	2	2	Плака- ты	[2 - 4]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
4.4. 2	Расчет упругих рамных систем по деформированному состоянию. Понятие о расчете на устойчивость арии и круглого кольца.	2	2/0	Плака- ты	[2 - 4]	Защита РГР, тест, самостоя- тельная работа
5	Раздел V. Динамика сооружений	16	16/ 8	Плака- ты	[2 - 4]	
5.1	Тема 21. Основные по-	2	2/0	Плака-	[2	

	нтия динамики			ты	- 4]	
5.1. 1	Динамические нагрузки и их особенности. Силы инерции. Задачи и методы динамики сооружений. Понятие о степенях свободы системы.	2	2/0	Плака- ты	[2 - 4]	
5.2	Тема 22. Колебания систем с одной степенью свободы	2	2/2	Плака- ты	[2 - 4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
5.2. 1	Дифференциальное уравнение движения. Использование уравнений Лагранжа и обобщенных координат для описания движения системы с одной степенью свободы. Свободные колебания. Частота и период свободных колебаний. Общий случай действия возмущающей силы. Резонанс и его развитие во времени. Динамический коэффициент. Учет сил сопротивления.	2	2/2	Плака- ты	[2 - 4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
5.3	Тема 23. Колебания системы с несколькими степенями свободы	4	6/2	Плака- ты	[2 - 4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
5.3. 1	Дифференциальные уравнения движения системы при произвольной нагрузке. Свободные колебания системы. Спектр частот и форм собственных колебаний. Ортогональность собственных (главных) форм колебаний. Действие на систему гармонической нагрузки.	2	4/2	Плака- ты	[2 - 4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
5.3. 2	Действие произвольной нагрузки. Разложение движения системы по формам собственных колебаний как пример применения обобщенных координат. Учет сил сопротивления. Понятие о ди-	2	2/0	Плака- ты	[2 - 4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа

	намическом методе расчета сооружений на сейсмические воздействия.					
5.4	Тема 24. Колебания системы с бесконечно большим числом степеней свободы	6	6/4	Плакаты	[2 - 4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
5.4.1	Дифференциальные уравнения продольных колебаний стержня. Понятие о распределении упругих волн. Спектр продольных колебаний. Дифференциальное уравнение поперечных колебаний стержня.	2	2	Плакаты	[2 - 4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
5.4.2	Свободные колебания. Балочные функции. Понятие об общем случае действия возмущающей нагрузки.	2	2	Плакаты	[2 - 4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
5.4.3	Расчет статически неопределимых рам на вибрационную нагрузку. Определение частот и форм собственных колебаний по методу сил и перемещений.	2	2/0	Плакаты	[2 - 4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
5.5	Тема 25. Направления развития динамики и устойчивости сооружений	2	0	Плакаты	[2 - 4]	
5.5.1	Обзор современных направлений развития динамики и устойчивости сооружений. Автоколебания и аэроупругие колебания в задачах динамики мостовых и строительных конструкций. Понятие о статистических методах в динамике и устойчивости сооружений.	2	0	Плакаты	[2 - 4]	зачет

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА (ЗАОЧНАЯ ФОРМА)

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов			Самостоятельное изучение тем курса, час.	Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		лекции	практические занятия	самостоятельная управляемая работа студента				
1	Раздел I. Общие принципы и методы строительной механики	2	2					
1.1	Тема 1. Задачи строительной механики и методы их решения				2	Плакаты	[1-4]	
1.1.1	Краткий исторический очерк развития строительной механики. Строительная механика как наука о расчете на прочность, жесткость и устойчивость сооружений. Ее основные задачи, принципы и методы. Связь с другими общинженерными и специальными дисциплинами. Гипотезы и допущения строительной механики. Основные уравнения строительной механики. Физические модели материалов. Классификация задач строительной механики. Нагрузки и воздействия на сооружения.					Плакаты	[1-4]	
1.2	Тема 2. Расчетные схемы сооружений				2	Плакаты	[1-4]	
1.2.1	Понятие о расчетной схеме сооружения. Многообразие расчетных схем, их зависимость от требуемой точности расчета, используемой вычислительной техники. Классификация сооружений и их расчетных схем. Основные элементы сооружений: стержни, пластины, оболочки и массивные тела. Основные					Плакаты	[1-4]	

	способы соединения элементов в единую систему и крепления сооружений к основанию. Связи, опоры, их типы. Понятие о расчетах по деформированной и недеформированной схеме сооружения. Особенности использования принципа возможных перемещений в расчетах по недеформированной схеме. Принцип суперпозиции в задачах вычисления внутренних сил и опорных реакций.							
1.3	Тема 3. Анализ образования систем (сооружений)	2	2		6	Плакаты	[1-4]	
1.3.1	Статический и кинематический анализ различных типов связей и опор. Образование систем (сооружений). Изменяемые, изменяемые и мгновенно изменяемые системы. Число степеней свободы и число «лишних» связей систем. Геометрический (кинематический) анализ образования системы (сооружения). Условия геометрической неизменяемости стержневых систем. Условия статической определимости геометрически неизменяемых стержневых систем.	2	2			Плакаты	[1-4]	
2	Раздел II. Статически определимые системы							
2.1	Тема 4. Методы определения усилий от неподвижной нагрузки				6	Плакаты	[1-5]	КР
2.1.1	Методы определения усилий в статически определимых системах: метод сечений; метод замены связей; кинематический метод. Примеры применения этих методов в расчетах простейших стержневых систем. Расчет многопролетных шарнирных балок. Определение опорных реакций, внутренних сил, построение и контроль эпюр. Применение матриц влияния внутренних сил.					Плакаты	[1-5]	КР
2.2	Тема 5. Методы определе-	2	2		10	Плакаты	[1-	КР

	ния усилий от подвижной нагрузки						5]	
2.2.1	Понятие об особенностях расчета на подвижную нагрузку. Линии влияния. Статический и кинематический методы построения линий влияния. Линии влияния опорных реакций, изгибающих моментов и поперечных сил в балках.	2				Плакаты	[1-5]	КР
2.2.2	Построение линий влияния для многопролетных балок. Линии влияния при узловой передаче нагрузки. Определение усилий по линиям влияния. Определение расчетного положения подвижных нагрузок по линиям влияния.		2			Плакаты	[1-5]	КР
2.2.3	Понятие об эквивалентной нагрузке. Огибающие эпюры.					Плакаты	[1-5]	КР
2.3	Тема 6. Расчет плоских балочных ферм				6	Плакаты	[1-4], [7]	
2.3.1	Понятие о ферме и особенностях ее работы при узловой нагрузке. Расчетные схемы ферм. Образование ферм. Классификация ферм. Определения усилий в стержнях фермы при неподвижной нагрузке. Построение линий влияния усилий в стержнях ферм: статический и кинематический методы.					Плакаты	[1-4], [7]	
2.3.2	Образование шпренгельных ферм и определение усилий в их стержнях.					Плакаты	[1-4], [7]	
2.3.3	Анализ продольных сил в стержнях некоторых простых балочных ферм при вертикальной нагрузке. Сопоставление ферм с различным очертанием поясов. Понятие о рациональной схеме фермы.					Плакаты	[1-4], [7]	
2.4	Тема 7. Расчет трехшарнирных систем				6	Плакаты	[1-4], [6]	
2.4.1	Образование трехшарнирных систем. Определение опор-					Плакаты	[1-4],	

	ных реакций и внутренних сил. Сопоставление трехшарнирной системы с балкой. Построение линий влияния реакций и усилий в трехшарнирных системах. Линии влияния краевых напряжений и ядровых моментов. Рациональное очертание оси арки. Понятие о кривой давления.						[6]	
2.4.2	Трехшарнирные арки и рамы с затяжкой. Расчет трехшарнирных арочных ферм. Понятие о статически определимых вантовых системах и их расчете.					Плакаты	[1-4], [6]	экзамен
2.5	Тема 8. Определение перемещений и некоторые основные теоремы строительной механики	2			6	Плакаты	[1-4]	
2.5.1	Перемещения и их обозначения. Работа внешних и внутренних сил. Общий метод определения перемещений по формуле Максвелла-Мора и способы вычисления интегралов Мора.	2				Плакаты	[1-4]	
2.5.2	Перемещения от изменения температуры и смещений опор. Теоремы о взаимности работ и взаимности перемещений.					Плакаты	[1-4]	
3	Раздел III. Статически неопределимые системы							
3.1	Тема 9. Метод сил	2	2		10	Плакаты	[1-4]	КР
3.1.1	Статическая неопределимость. Понятие об основных методах расчета статически неопределимых систем. Степень статической неопределимости. Сущность метода сил. Основная система метода сил. Канонические уравнения метода сил, проверка коэффициентов и свободных членов уравнений.	2				Плакаты	[1-4]	КР
3.1.2	Общий алгоритм расчета статически неопределимых систем по методу сил (на примере плоских рам). Построе-		2			Плакаты	[1-4]	КР

	ние эпюр M , Q и N и проверки. Использование симметрии системы, группировка неизвестных.							
3.1.3	Расчет на изменение температуры и перемещения опор. Определение перемещений в статически неопределимых системах. Построение линий влияния в статически неопределимых системах.					Плакаты	[1-4]	КР
3.2	Тема 10. Расчет статически неопределимых арок методом сил				4	Плакаты	[1-4]	
3.2.1	Виды статически неопределимых арок. Выбор расчетной схемы и метода расчета арок.					Плакаты	[1-4]	
3.2.2	Особенности расчета двухшарнирных и бесшарнирных арок. Использование упругого центра.					Плакаты	[1-4]	
3.3	Тема 11. Расчет статически неопределимых ферм методом сил				4	Плакаты	[1-5]	
3.3.1	Виды статически неопределимых ферм. Выбор расчетной схемы и метода расчета ферм, применение метода сил и метода перемещений.					Плакаты	[1-4]	
3.3.2	Определение усилий от неподвижной нагрузки и построение линий влияния. Статически неопределимые комбинированные системы.					Плакаты	[1-4]	
3.4	Тема 12. Расчет неразрезных балок методом сил				8	Плакаты	[1-4]	
3.4.1	Виды неразрезных балок и особенности их конструкции. Применение метода сил к расчету неразрезных балок при неподвижной нагрузке.					Плакаты	[1-4]	
3.4.2	Уравнение трех моментов.					Плакаты	[1-4]	
3.4.3	Построение огибающих эпюр и линий влияния.					Плакаты	[1-4]	

3.5	Тема 13. Метод перемещений		4		12	Плакаты	[1-4]	КР
3.5.1	Сущность метода и основные допущения. Неизвестные и степень кинематической неопределимости системы. Основная система и канонические уравнения метода перемещений. Табличные значения реакций отдельного стержня.		2			Плакаты	[1-4]	КР
3.5.2	Теорема о взаимности реакций, ее использование при составлении уравнений. Алгоритм расчета (на примере плоских стержневых систем). Способы определения единичных и грузовых реакций.		2			Плакаты	[1-4]	КР
3.5.3	Особенности расчета рам с наклонными стойками. Упрощения в методе перемещений. Использование симметрии системы. Особенности расчета многоэтажных рам. Расчет на изменение температуры и перемещения опор.					Плакаты	[1-4]	
3.5.4	Применение метода перемещений к расчету неразрезных балок.					Плакаты	[1-4]	
3.6	Тема 14. Смешанный и комбинированный методы				6	Плакаты	[1-4]	
3.6.1	Сопоставление методов сил и перемещений, их обобщение. Теорема о взаимности реакций и перемещений. Основная система, неизвестные и канонические уравнения смешанного метода (на примере плоских рам). Свойства матрицы системы канонических уравнений, алгоритм расчета.					Плакаты	[1-4]	
3.6.2	Комбинированный способ расчета симметричных и несимметричных систем. Понятие о приближенных способах расчета рам.					Плакаты	[1-4]	
3.7	Тема 15. Основы расчета стержневых систем по несущей способности				6	Плакаты	[2-4]	

3.7.1	Работа сечения стержня в пластической стадии. Особенности расчета статически определимых и неопределимых систем с учетом пластических свойств материала. Пластические шарниры. Предельные состояния статически неопределимых систем по методу предельного равновесия.					Плакаты	[2-4]	
3.7.2	Особенности расчета по несущей способности неразрезных балок, рам, арок, статически неопределимых ферм.					Плакаты	[2-4]	
3.7.3	Разгрузка и остаточные напряжения и деформации. Предельные нагрузки при многократном их приложении.					Плакаты	[2-4]	
3.8	Тема 16. Некоторые современные проблемы теории сооружений				2	Плакаты	[1-4]	
3.8.1	Современные проблемы расчета сооружений. Применение программно-вычислительных комплексов для расчета сооружений. Понятие о статистических методах расчета и теории надежности сооружений. Пути развития строительной механики в странах СНГ и за рубежом.					Плакаты	[1-4]	экзамен
4	Раздел IV. Устойчивость сооружений	2	2					
4.1	Тема 17. Методы исследования устойчивости упругих систем				4	Плакаты	[2-4]	
4.1.1	Виды равновесия. Потеря устойчивости системы «в малом» и «в большом». Понятие критической нагрузки. Различные виды потери устойчивости деформируемых систем. Основные критерии и методы исследования устойчивости упругих систем: динамический, статический и энергетический.					Плакаты	[2-4]	
4.1.2	Устойчивость систем с одной и несколькими степенями					Плакаты	[2-4]	

	свободы.							
4.2	Тема 18. Устойчивость прямых сжатых стержней				6	Плакаты	[2-4]	
4.2.1	Устойчивость сжатого стержня постоянного сечения. Использование точного и приближенного выражения для кривизны.					Плакаты	[2-4]	
4.2.2	Дифференциальные уравнения второго и четвертого порядков и их интегрирование при различных граничных условиях.					Плакаты	[2-4]	
4.3	Тема 19. Приближенные методы исследования устойчивости сжатых стержней				4	Плакаты	[2-4]	
4.3.1	Энергетический метод (метод С. П. Тимошенко и метод Ритца). Метод Бубнова–Галеркина.					Плакаты	[2-4]	
4.4	Тема 20. Устойчивость рам и арок	2	2		10	Плакаты	[2-4]	КР
4.4.1	Основные допущения. Метод сил в исследовании устойчивости рамных систем. Метод перемещений. Вычисление реакций сжатых стержней. Устойчивость неразрезных стержней на жестких и упругих опорах.	2	2			Плакаты	[2-4]	КР
4.4.2	Расчет упругих рамных систем по деформированному состоянию. Понятие о расчете на устойчивость арии и круглого кольца.					Плакаты	[2-4]	
5	Раздел V. Динамика сооружений	2	2			Плакаты	[2-4]	
5.1	Тема 21. Основные понятия динамики				4	Плакаты	[2-4]	
5.1.1	Динамические нагрузки и их особенности. Силы инерции. Задачи и методы динамики сооружений. Понятие о степенях свободы системы.					Плакаты	[2-4]	
5.2	Тема 22. Колебания систем с одной степенью свободы				6	Плакаты	[2-4]	
5.2.1	Дифференциальное уравнение движения. Использование					Плакаты	[2-	

	уравнений Лагранжа и обобщенных координат для описания движения системы с одной степенью свободы. Свободные колебания. Частота и период свободных колебаний. Общий случай действия возмущающей силы. Резонанс и его развитие во времени. Динамический коэффициент. Учет сил сопротивления.						4]	
5.3	Тема 23. Колебания системы с несколькими степенями свободы	2	2		10	Плакаты	[2-4]	КР
5.3.1	Дифференциальные уравнения движения системы при произвольной нагрузке. Свободные колебания системы. Спектр частот и форм собственных колебаний. Ортогональность собственных (главных) форм колебаний. Действие на систему гармонической нагрузки.	2				Плакаты	[2-4]	КР
5.3.2	Действие произвольной нагрузки. Разложение движения системы по формам собственных колебаний как пример применения обобщенных координат. Учет сил сопротивления. Понятие о динамическом методе расчета сооружений на сейсмические воздействия.		2			Плакаты	[2-4]	КР
5.4	Тема 24. Колебания системы с бесконечно большим числом степеней свободы				10	Плакаты	[2-4]	
5.4.1	Дифференциальные уравнения продольных колебаний стержня. Понятие о распределении упругих волн. Спектр продольных колебаний. Дифференциальное уравнение поперечных колебаний стержня.					Плакаты	[2-4]	
5.4.2	Свободные колебания. Балансные функции. Понятие об общем случае действия возмущающей нагрузки.					Плакаты	[2-4]	
5.4.3	Расчет статически неопределимых рам на вибрационную нагрузку. Определение частот и форм собственных колеба-					Плакаты	[2-4]	

	ний по методу сил и перемещений.							
5.5	Тема 25. Направления развития динамики и устойчивости сооружений				6	Плакаты	[2-4]	
5.5.1	Обзор современных направлений развития динамики и устойчивости сооружений. Автоколебания и аэроупругие колебания в задачах динамики мостовых и строительных конструкций. Понятие о статистических методах в динамике и устойчивости сооружений.					Плакаты	[2-4]	зачет

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА (ЗАОЧНАЯ СОКРАЩЕННАЯ ФОРМА)

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов			Самостоятельное изучение тем курса, час.	Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		лекции	практические занятия	самостоятельная работа студента				
1	Раздел I. Общие принципы и методы строительной механики	2	2					
1.1	Тема 1. Задачи строительной механики и методы их решения				2	Плакаты	[1-4]	
1.1.1	Краткий исторический очерк развития строительной механики. Строительная механика как наука о расчете на прочность, жесткость и устойчивость сооружений. Ее основные задачи, принципы и методы. Связь с другими общетеоретическими и специальными дисциплинами. Гипотезы и допущения строительной механики. Основные уравнения строительной меха-					Плакаты	[1-4]	

	ники. Физические модели материалов. Классификация задач строительной механики. Нагрузки и воздействия на сооружения.							
1.2	Тема 2. Расчетные схемы сооружений				2	Плакаты	[1-4]	
1.2.1	Понятие о расчетной схеме сооружения. Многообразие расчетных схем, их зависимость от требуемой точности расчета, используемой вычислительной техники. Классификация сооружений и их расчетных схем. Основные элементы сооружений: стержни, пластины, оболочки и массивные тела. Основные способы соединения элементов в единую систему и крепления сооружений к основанию. Связи, опоры, их типы. Понятие о расчетах по деформированной и недеформированной схеме сооружения. Особенности использования принципа возможных перемещений в расчетах по недеформированной схеме. Принцип суперпозиции в задачах вычисления внутренних сил и опорных реакций.					Плакаты	[1-4]	
1.3	Тема 3. Анализ образования систем (сооружений)	2	2		8	Плакаты	[1-4]	
1.3.1	Статический и кинематический анализ различных типов связей и опор. Образование систем (сооружений). Неизменяемые, изменяемые и мгновенно изменяемые системы. Число степеней свободы и число «лишних» связей систем. Геометрический (кинематический) анализ образования системы (сооружения). Условия геометрической неизменяемости стержневых систем. Условия статической определимости геометрически неизменяемых стержневых систем.	2	2			Плакаты	[1-4]	
2	Раздел II. Статически определимые системы							
2.1	Тема 4. Методы определения усилий от неподвижной нагрузки	2			8	Плакаты	[1-5]	КР

2.1.1	Методы определения усилий в статически определимых системах: метод сечений; метод замены связей; кинематический метод. Примеры применения этих методов в расчетах простейших стержневых систем. Расчет многопролетных шарнирных балок. Определение опорных реакций, внутренних сил, построение и контроль эпюр. Применение матриц влияния внутренних сил.	2				Плакаты	[1-5]	КР
2.2	Тема 5. Методы определения усилий от подвижной нагрузки	2	2		10	Плакаты	[1-5]	КР
2.2.1	Понятие об особенностях расчета на подвижную нагрузку. Линии влияния. Статический и кинематический методы построения линий влияния. Линии влияния опорных реакций, изгибающих моментов и поперечных сил в балках.	2				Плакаты	[1-5]	КР
2.2.2	Построение линий влияния для многопролетных балок. Линии влияния при узловой передаче нагрузки. Определение усилий по линиям влияния. Определение расчетного положения подвижных нагрузок по линиям влияния.		2			Плакаты	[1-5]	КР
2.2.3	Понятие об эквивалентной нагрузке. Огибающие эпюры.					Плакаты	[1-5]	КР
2.3	Тема 6. Расчет плоских балочных ферм				6	Плакаты	[1-4], [7]	
2.3.1	Понятие о ферме и особенностях ее работы при узловой нагрузке. Расчетные схемы ферм. Образование ферм. Классификация ферм. Определения усилий в стержнях фермы при неподвижной нагрузке. Построение линий влияния усилий в стержнях ферм: статический и кинематический методы.					Плакаты	[1-4], [7]	
2.3.2	Образование шпренгельных ферм и определение усилий в их стержнях.					Плакаты	[1-4], [7]	
2.3.3	Анализ продольных сил в стержнях некоторых простых					Плакаты	[1-4],	

	балочных ферм при вертикальной нагрузке. Сопоставление ферм с различным очертанием поясов. Понятие о рациональной схеме фермы.						[7]	
2.4	Тема 7. Расчет трехшарнирных систем				6	Плакаты	[1-4], [6]	
2.4.1	Образование трехшарнирных систем. Определение опорных реакций и внутренних сил. Сопоставление трехшарнирной системы с балкой. Построение линий влияния реакций и усилий в трехшарнирных системах. Линии влияния крайних напряжений и ядровых моментов. Рациональное очертание оси арки. Понятие о кривой давления.					Плакаты	[1-4], [6]	
2.4.2	Трехшарнирные арки и рамы с затяжкой. Расчет трехшарнирных арочных ферм. Понятие о статически определимых вантовых системах и их расчете.					Плакаты	[1-4], [6]	зачет
2.5	Тема 8. Определение перемещений и некоторые основные теоремы строительной механики	2			8	Плакаты	[1-4]	
2.5.1	Перемещения и их обозначения. Работа внешних и внутренних сил. Общий метод определения перемещений по формуле Максвелла-Мора и способы вычисления интегралов Мора.	2				Плакаты	[1-4]	
2.5.2	Перемещения от изменения температуры и смещений опор. Теоремы о взаимности работ и взаимности перемещений.					Плакаты	[1-4]	
3	Раздел III. Статически неопределимые системы							
3.1	Тема 9. Метод сил	2	2		12	Плакаты	[1-4]	КР
3.1.1	Статическая неопределимость. Понятие об основных методах расчета статически неопределимых систем. Степень статической неопределимости. Сущность метода сил. Основная система метода сил. Канонические уравнения метода сил, проверка	2				Плакаты	[1-4]	КР

	коэффициентов и свободных членов уравнений.							
3.1.2	Общий алгоритм расчета статически неопределимых систем по методу сил (на примере плоских рам). Построение эпюр M , Q и N и проверки. Использование симметрии системы, группировка неизвестных.		2			Плакаты	[1-4]	КР
3.1.3	Расчет на изменение температуры и перемещения опор. Определение перемещений в статически неопределимых системах. Построение линий влияния в статически неопределимых системах.					Плакаты	[1-4]	КР
3.2	Тема 10. Расчет статически неопределимых арок методом сил				4	Плакаты	[1-4]	
3.2.1	Виды статически неопределимых арок. Выбор расчетной схемы и метода расчета арок.					Плакаты	[1-4]	
3.2.2	Особенности расчета двухшарнирных и бесшарнирных арок. Использование упругого центра.					Плакаты	[1-4]	
3.3	Тема 11. Расчет статически неопределимых ферм методом сил				4	Плакаты	[1-5]	
3.3.1	Виды статически неопределимых ферм. Выбор расчетной схемы и метода расчета ферм, применение метода сил и метода перемещений.					Плакаты	[1-4]	
3.3.2	Определение усилий от неподвижной нагрузки и построение линий влияния. Статически неопределимые комбинированные системы.					Плакаты	[1-4]	
3.4	Тема 12. Расчет неразрезных балок методом сил				8	Плакаты	[1-4]	
3.4.1	Виды неразрезных балок и особенности их конструкции. Применение метода сил к расчету неразрезных балок при неподвижной нагрузке.					Плакаты	[1-4]	

3.4.2	Уравнение трех моментов.					Плакаты	[1-4]	
3.4.3	Построение огибающих эпюр и линий влияния.					Плакаты	[1-4]	
3.5	Тема 13. Метод перемещений	2	2		14	Плакаты	[1-4]	КР
3.5.1	Сущность метода и основные допущения. Незвестные и степень кинематической неопределенности системы. Основная система и канонические уравнения метода перемещений. Табличные значения реакций отдельного стержня.	2				Плакаты	[1-4]	КР
3.5.2	Теорема о взаимности реакций, ее использование при составлении уравнений. Алгоритм расчета (на примере плоских стержневых систем). Способы определения единичных и грузовых реакций.		2			Плакаты	[1-4]	КР
3.5.3	Особенности расчета рам с наклонными стойками. Упрощения в методе перемещений. Использование симметрии системы. Особенности расчета многоэтажных рам. Расчет на изменение температуры и перемещения опор.					Плакаты	[1-4]	
3.5.4	Применение метода перемещений к расчету неразрезных балок.					Плакаты	[1-4]	
3.6	Тема 14. Смешанный и комбинированный методы				6	Плакаты	[1-4]	
3.6.1	Сопоставление методов сил и перемещений, их обобщение. Теорема о взаимности реакций и перемещений. Основная система, неизвестные и канонические уравнения смешанного метода (на примере плоских рам). Свойства матрицы системы канонических уравнений, алгоритм расчета.					Плакаты	[1-4]	
3.6.2	Комбинированный способ расчета симметричных и несимметричных систем. Понятие о приближенных способах расчета рам.					Плакаты	[1-4]	
3.7	Тема 15. Основы расчета стержневых систем по несущим				6	Плакаты	[2-	

	щей способности						4]	
3.7.1	Работа сечения стержня в пластической стадии. Особенности расчета статически определимых и неопределимых систем с учетом пластических свойств материала. Пластические шарниры. Предельные состояния статически неопределимых систем по методу предельного равновесия.					Плакаты	[2-4]	
3.7.2	Особенности расчета по несущей способности неразрезных балок, рам, арок, статически неопределимых ферм.					Плакаты	[2-4]	
3.7.3	Разгрузка и остаточные напряжения и деформации. Предельные нагрузки при многократном их приложении.					Плакаты	[2-4]	
3.8	Тема 16. Некоторые современные проблемы теории сооружений				2	Плакаты	[1-4]	
3.8.1	Современные проблемы расчета сооружений. Применение программно-вычислительных комплексов для расчета сооружений. Понятие о статистических методах расчета и теории надежности сооружений. Пути развития строительной механики в странах СНГ и за рубежом.					Плакаты	[1-4]	
4	Раздел IV. Устойчивость сооружений	2	2					
4.1	Тема 17. Методы исследования устойчивости упругих систем				4	Плакаты	[2-4]	
4.1.1	Виды равновесия. Потеря устойчивости системы «в малом» и «в большом». Понятие критической нагрузки. Различные виды потери устойчивости деформируемых систем. Основные критерии и методы исследования устойчивости упругих систем: динамический, статический и энергетический.					Плакаты	[2-4]	
4.1.2	Устойчивость систем с одной и несколькими степенями свободы.					Плакаты	[2-4]	

4.2	Тема 18. Устойчивость прямых сжатых стержней				8	Плакаты	[2-4]	
4.2.1	Устойчивость сжатого стержня постоянного сечения. Использование точного и приближенного выражения для кривизны стержня.					Плакаты	[2-4]	
4.2.2	Дифференциальные уравнения второго и четвертого порядков и их интегрирование при различных граничных условиях.					Плакаты	[2-4]	
4.3	Тема 19. Приближенные методы исследования устойчивости сжатых стержней				4	Плакаты	[2-4]	
4.3.1	Энергетический метод (метод С. П. Тимошенко и метод Ритца). Понятие об устойчивости систем при действии нагрузки, зависящей от нескольких параметров. Метод Бубнова–Галеркина.					Плакаты	[2-4]	
4.4	Тема 20. Устойчивость рам и арок	2	2		10	Плакаты	[2-4]	
4.4.1	Основные допущения. Метод сил в исследовании устойчивости рамных систем. Метод перемещений. Вычисление реакций сжатых стержней. Устойчивость неразрезных сжатых стержней на жестких и упругих опорах.	2	2			Плакаты	[2-4]	
4.4.2	Расчет упругих рамных систем по деформированному состоянию. Понятие о расчете на устойчивость арии и круглого кольца.					Плакаты	[2-4]	
5	Раздел V. Динамика сооружений	2	2			Плакаты	[2-4]	
5.1	Тема 21. Основные понятия динамики				4	Плакаты	[2-4]	
5.1.1	Динамические нагрузки и их особенности. Силы инерции. Задачи и методы динамики сооружений. Понятие о степенях свободы системы.					Плакаты	[2-4]	
5.2	Тема 22. Колебания систем с одной степенью свободы				6	Плакаты	[2-4]	
5.2.1	Дифференциальное уравнение движения. Использование уравнений Лагранжа и обобщенных					Плакаты	[2-4]	

	координат для описания движения системы с одной степенью свободы. Свободные колебания. Частота и период свободных колебаний. Общий случай действия возмущающей силы. Резонанс и его развитие во времени. Динамический коэффициент. Учет сил сопротивления.							
5.3	Тема 23. Колебания системы с несколькими степенями свободы	2	2		10	Плакаты	[2-4]	
5.3.1	Дифференциальные уравнения движения системы при произвольной нагрузке. Свободные колебания системы. Спектр частот и форм собственных колебаний. Ортогональность собственных (главных) форм колебаний. Действие на систему гармонической нагрузки.	2				Плакаты	[2-4]	
5.3.2	Действие произвольной нагрузки. Разложение движения системы по формам собственных колебаний как пример применения обобщенных координат. Учет сил сопротивления. Понятие о динамическом методе расчета сооружений на сейсмические воздействия.		2			Плакаты	[2-4]	
5.4	Тема 24. Колебания системы с бесконечно большим числом степеней свободы				10	Плакаты	[2-4]	
5.4.1	Дифференциальные уравнения продольных колебаний стержня. Понятие о распределении упругих воли. Спектр продольных колебаний. Дифференциальное уравнение поперечных колебаний стержня.					Плакаты	[2-4]	
5.4.2	Свободные колебания. Балочные функции. Понятие об общем случае действия возмущающей нагрузки.					Плакаты	[2-4]	
5.4.3	Расчет статически неопределимых рам на вибрационную нагрузку. Определение частот и форм собственных колебаний по методу сил и перемещений.					Плакаты	[2-4]	
5.5	Тема 25. Направления развития динамики и устойчивости сооружений				6	Плакаты	[2-4]	

5.5.1	Обзор современных направлений развития динамики и устойчивости сооружений. Автоколебания и аэроупругие колебания в задачах динамики мостовых и строительных конструкций. Понятие о статистических методах в динамике и устойчивости сооружений.					Плакаты	[2-4]	Экзамен
-------	---	--	--	--	--	---------	-------	---------

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Критерии оценок результатов учебной деятельности студентов

Оценка учебных достижений студента производится по 10-балльной шкале.

10 баллов — десять: систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы; безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации.

9 баллов — девять: систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы.

8 баллов — восемь: систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы; использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы.

7 баллов — семь: систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач.

6 баллов — шесть: достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы; использование необходимой научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы.

5 баллов — пять: достаточные знания в объеме учебной программы; использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы.

4 балла — четыре, ЗАЧТЕНО: достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач; умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи.

3 балла — три, НЕЗАЧТЕНО: недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта; знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными лингвистическими и логическими ошибками; слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач; неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой дисциплины; пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.

2 балла — два, НЕЗАЧТЕНО: фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта; знания отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины; неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых стилистических и логических ошибок; пассивность на практических и лабораторных занятиях.

1 балл — один, НЕЗАЧТЕНО: отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта или отказ от ответа.

Методы (технологии) обучения

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, реализуемые на практических занятиях и при самостоятельной работе.

Организация самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- управляемая самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуальных расчетных заданий с консультациями преподавателя;
- подготовка докладов по индивидуальным темам, в том числе с использованием научно-технической литературы;
- контролируемая самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения практических занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием.

Диагностика компетенций студентов

Оценка учебных достижений студентов на экзамене и при защите РГР производится по десятибалльной шкале.

Оценка промежуточных учебных достижений студентов осуществляется в соответствии с избранной кафедрой десятибалльной шкалой оценок.

Для оценки достижений студентов используется следующий диагностический инструментарий (в скобках – какие компетенции проверяются):

- проведение текущих контрольных работ и опросов по отдельным темам (ПК-10, ПК-12, ПК-14, ПК-25, ПК-26 – для специальности 1-70 02 01-2013; ПК-16, ПК-21, ПК-29 – для специальности 1-70 02 02-2013);
- защита расчетно-графических работ и индивидуальных заданий (АК-1–АК-6, СЛК-2, СЛК-3, СЛК-6);
- тестовый контроль (АК-1–АК-6);
- выступление на конференции по подготовленному докладу (АК-1–АК-6, ПК-14, ПК-17, ПК-26 – для 1-70 02 01-2013; ПК-16, ПК-21, ПК-29 – для 1-70 02 02-2013, СЛК-2, СЛК-3, СЛК-6);
- сдача зачета и экзамена по дисциплине (АК-1–АК-6, ПК-10, ПК-12, ПК-14, ПК-25, ПК-26 – для специальности 1-70 02 01-2013; ПК-16, ПК-21, ПК-29 – для специальности 1-70 02 02-2013).

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Яровая, А. В. Строительная механика. Статика стержневых систем: учеб. пособие / А. В. Яровая; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2013. – 447 с.
2. Дарков, А. В. Шапошников Н. Н. Строительная механика: Учеб. для строит. спец. вузов. / А. В. Дарков, Н. Н. Шапошников / 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 607 с.
3. Довнар, Е. П. Строительная механика: Учебник для вузов по спец. «Стр-во». / Е. П. Довнар, Л. И. Коршун / Мн.: Высш. шк., 1986. – 310 с.
4. Леонтьев, Н. Н. Основы строительной механики стержневых систем:

Учебник / Н. Н. Леонтьев, Д. Н. Соболев, А. А. Амосов / М.: Изд-во АСВ, 1996. – 541 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

5. Иванов, В. А. Расчет статически определимых балок: Пособие для студентов строительных специальностей вузов. / В. А. Иванов, А. В. Яровая / Гомель: БелГУТ, 2002. – 58 с.
6. Яровая, А. В. Трехшарнирные арочные системы: Пособие для студентов строительных специальностей вузов. / А. В. Яровая / Гомель: БелГУТ, 2003. – 55 с.
7. Леоненко, Д. В. Расчет плоских ферм: учебно-метод. пособие для студентов строительных специальностей / Д. В. Леоненко. – Гомель: УО «БелГУТ», 2006. – 57 с.

ПРИМЕРНЫЕ ПЕРЕЧНИ ЗАДАНИЙ КУРС

1. Расчет статически неопределимых ферм.
2. Расчет статически неопределимых арок.
3. Расчет неразрезных балок.
4. Определение критической нагрузки в расчете рамы.
5. Определение параметров колебаний систем с одной степенью свободы.

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет транспорта»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор учреждения
образования «Белорусский
государственный университет
транспорта

В.Я. Негрей

« 02 » 07 2015

Регистрационный № УД- 12,29 / уч.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной
дисциплине для специальности

1-70 01 01 «Производство строительных изделий и конструкций»

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-70 01 01-2013 «Производство строительных изделий и конструкций».

СОСТАВИТЕЛЬ:

А. В. Яровая, доцент кафедры «Строительная механика» учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта», доктор физико-математических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В. В. Талецкий, заведующий кафедрой «Строительные конструкции, основания и фундаменты» УО «Белорусский государственный университет транспорта»;

С. В. Шилько, заведующий лабораторией «Механика композитов и биополимеров» ИММС НАН Беларуси, кандидат технических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Строительная механика» учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта»
(протокол № 4 от 27.04.2015 г.);

научно-методической комиссией факультета ПГС учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта»
(протокол № 3 от 27.04.2015 г.);

научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта»
(протокол № 5 от 30.06.2015 г.).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Актуальность изучения учебной дисциплины

Строительная механика является одной из основных общепрофессиональных инженерных дисциплин и играет существенную роль в формировании инженера. Подготовка высококвалифицированных инженеров-строителей возможна лишь при достаточно детальном изучении и глубоком усвоении студентами современной строительной механики стержневых систем, а также систем, включающих в себя пластины, оболочки и массивные тела.

Правильное решение задач расчетов на прочность, жесткость и устойчивость конструкций, используемых в сложных эксплуатационных условиях под действием как статических, так и динамических нагрузок, учет температурных воздействий и процессов, связанных с длительностью эксплуатации, является необходимым условием надежности и долговечности промышленных, гражданских и транспортных сооружений.

Поэтому важно, чтобы в процессе обучения студент освоил методы расчета сооружений на прочность, жесткость и устойчивость при статических и динамических нагрузках, а также температурных и кинематических воздействиях, и получил необходимые практические навыки при определении внутренних усилий и перемещений в них.

Программа разработана на основе компетентного подхода, требований к формированию компетенций, сформулированных в образовательном стандарте ОСВО 1-70 01 01 «Производство строительных изделий и конструкций».

Дисциплина относится к общепрофессиональным дисциплинам, осваиваемых студентами специальности 1-70 01 01 «Производство строительных изделий и конструкций»..

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель дисциплины – обучение студентов инженерным методам расчетов сооружений на прочность, жесткость и устойчивость в условиях действия постоянных и переменных во времени нагрузок, развитие и закрепление академических и социально-личностных компетенций.

Основными задачами дисциплины являются: развитие студентами навыков самостоятельной работы в практике инженерных расчетов; освоение теоретического материала, который позволит заложить основу для изучения специальных дисциплин, содержащих прочностные расчеты; получение практических навыков расчета; ознакомление с современными подходами к расчету сложных систем, элементами рационального проектирования конструкций.

Требования к уровню освоения содержания учебной дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен закрепить и развить следующие академические (АК) и социально-личностные (СЛК) компетенции, предусмотренные в образовательном стандарте ОСВО 1-70 01 01-2013:

- АК-1 уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- АК-2 владеть системным и сравнительным анализом;
- АК-3 владеть исследовательскими навыками;
- АК-4 уметь работать самостоятельно;
- АК-5 быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью);
- АК-6 владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;
- АК-7 иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;
- СЛК-2 быть способным к социальному взаимодействию;
- СЛК-3 обладать способностью к межличностным коммуникациям;
- СЛК-6 уметь работать в команде.

В результате изучения дисциплины студент должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК), предусмотренными образовательным стандартом ОСВО 1-70 02 01-2013:

- ПК-22 выбирать эффективные решения конструкторских, технологических и технических задач проектирования на основе современных информационных систем, математических методов моделирования и использования компьютерных технологий;
- ПК-24 в составе коллектива специалистов или самостоятельно осуществлять рационализаторскую и изобретательскую деятельность в области строительства;
- ПК-25 намечать основные этапы научных исследований;
- ПК-37 осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям;
- ПК-38 работать с научной, технической и патентной литературой.

Для приобретения профессиональных компетенций в результате изучения дисциплины «Строительная механика» студент должен **знать:**

- классификацию расчетных схем строительных сооружений;
- последовательность проведения кинематического анализа сооружений;
- основные понятия, гипотезы и допущения строительной механики;
- методы расчета строительных сооружений на прочность, жесткость и устойчивость от действия нагрузок и других воздействий;

уметь:

- выполнить кинематический анализ расчетной схемы;
- выбрать метод расчета;
- определить усилия, вычислить перемещения от действующих на сооружение нагрузок;
- дать оценку прочности, жесткости и устойчивости сооружения;

владеть:

- методикой оценки прочности, жесткости и устойчивости сооружения;
- методикой выбора допущений для решения простейших задач теории упругости;
- приемами решения узловых соединений сборных соединений зданий.

Структура содержания учебной дисциплины

Содержание дисциплины представлено в виде разделов и тем, которые характеризуются относительно самостоятельными укрупненными дидактическими единицами содержания обучения. Освоение дисциплины базируется на компетенциях, приобретенных ранее студентами при изучении дисциплин «Теоретическая механика», «Сопротивление материалов», «Математика», а также отдельных разделов физики.

Форма получения высшего образования – дневная. Дисциплина изучается в 5 семестре.

В соответствии с учебным планом на изучение дисциплины специальности 1-70 01 01 отведено всего 108 часов, в том числе 50 аудиторных часов, из них лекции – 34 часа, практические занятия – 16 часов. Форма текущей аттестации – расчетно-графическая работа и экзамен. Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел I. Общие принципы и методы строительной механики

Тема 1. Задачи строительной механики и методы их решения

Краткий исторический очерк развития строительной механики. Строительная механика как наука о расчете на прочность, жесткость и устойчивость сооружений. Ее основные задачи, принципы и методы. Связь с другими общинженерными и специальными дисциплинами.

Гипотезы и допущения строительной механики. Основные уравнения строительной механики. Физические модели материалов. Классификация задач строительной механики. Нагрузки и воздействия на сооружения.

Тема 2. Расчетные схемы сооружений

Понятие о расчетной схеме сооружения. Многообразие расчетных схем, их зависимость от требуемой точности расчета, используемой вычислительной техники. Классификация сооружений и их расчетных схем.

Основные элементы сооружений: стержни, пластины, оболочки и массивные тела. Основные способы соединения элементов в единую систему и прикрепления сооружений к основанию. Связи, опоры, их типы.

Понятие о расчетах по деформированной и недеформированной схеме сооружения. Особенности использования принципа возможных перемеще-

ний в расчетах по недеформированной схеме. Принцип суперпозиции в задачах вычисления внутренних сил и опорных реакций.

Тема 3. Анализ образования систем (сооружений)

Статический и кинематический анализ различных типов связей и опор. Образование систем (сооружений). Неизменяемые, изменяемые и мгновенно изменяемые системы. Число степеней свободы и число «лишних» связей систем. Геометрический (кинематический) анализ образования системы (сооружения). Условия геометрической неизменяемости стержневых систем. Условия статической определимости геометрически неизменяемых стержневых систем.

Раздел II. Статически определимые системы

Тема 4. Методы определения усилий от неподвижной нагрузки

Методы определения усилий в статически определимых системах: метод сечений; метод замены связей; кинематический метод. Примеры применения этих методов в расчетах простейших стержневых систем. Расчет многопролетных шарнирных балок. Определение опорных реакций, внутренних сил, построение и контроль эпюр. Применение матриц влияния внутренних сил.

Тема 5. Методы определения усилий от подвижной нагрузки

Понятие об особенностях расчета на подвижную нагрузку. Линии влияния. Статический и кинематический методы построения линий влияния. Линии влияния опорных реакций, изгибающих моментов и поперечных сил в балках. Построение линий влияния для многопролетных балок.

Линии влияния при узловой передаче нагрузки. Определение усилий по линиям влияния. Определение расчетного положения подвижных нагрузок по линиям влияния. Понятие об эквивалентной нагрузке. Огибающие эпюры.

Тема 6. Расчет плоских балочных ферм

Понятие о ферме и особенностях ее работы при узловой нагрузке. Расчетные схемы ферм. Образование ферм. Классификация ферм. Определения усилий в стержнях фермы при неподвижной нагрузке. Построение линий влияния усилий в стержнях ферм: статический и кинематический методы.

Образование шпренгельных ферм и определение усилий в их стержнях.

Анализ продольных сил в стержнях некоторых простых балочных ферм при вертикальной нагрузке. Сопоставление ферм с различным очертанием поясов. Понятие о рациональной схеме фермы.

Тема 7. Расчет трехшарнирных систем

Образование трехшарнирных систем. Определение опорных реакций и внутренних сил. Сопоставление трехшарнирной системы с балкой. Построение линий влияния реакций и усилий в трехшарнирных системах. Линии

влияния краевых напряжений и ядровых моментов. Рациональное очертание оси арки. Понятие о кривой давления.

Трехшарнирные арки и рамы с затяжкой. Расчет трехшарнирных арочных ферм. Понятие о статически определимых вантовых системах и их расчете.

Тема 8. Определение перемещений и некоторые основные теоремы строительной механики

Перемещения и их обозначения. Работа внешних и внутренних сил. Теоремы о взаимности работ и взаимности перемещений. Общий метод определения перемещений по формуле Максвелла-Мора и способы вычисления интегралов Мора. Перемещения от изменения температуры и смещений опор.

Раздел III. Статически неопределимые системы

Тема 9. Метод сил

Статическая неопределимость. Понятие об основных методах расчета статически неопределимых систем. Степень статической неопределимости. Сущность метода сил. Основная система метода сил. Канонические уравнения метода сил, проверка коэффициентов и свободных членов уравнений. Общий алгоритм расчета статически неопределимых систем по методу сил (на примере плоских рам). Построение эпюр M , Q и N и проверки. Использование симметрии системы, группировка неизвестных.

Расчет на изменение температуры и перемещения опор. Определение перемещений в статически неопределимых системах. Построение линий влияния в статически неопределимых системах.

Тема 10. Расчет статически неопределимых арок методом сил

Виды статически неопределимых арок. Выбор расчетной схемы и метода расчета арок. Особенности расчета двухшарнирных и бесшарнирных арок. Использование упругого центра. Влияние обжатия арки. Расчет на действие температуры и осадку опор. Регулирование напряжений в бесшарнирных арках.

Тема 11. Расчет статически неопределимых ферм методом сил

Виды статически неопределимых ферм. Выбор расчетной схемы и метода расчета ферм, применение метода сил и метода перемещений. Определение усилий от неподвижной нагрузки и построение линий влияния. Статически неопределимые комбинированные системы.

Тема 12. Расчет неразрезных балок методом сил

Виды неразрезных балок и особенности их конструкции. Применение метода сил к расчету неразрезных балок при неподвижной нагрузке. Уравнение трех моментов.

Тема 13. Метод перемещений

Сущность метода и основные допущения. Неизвестные и степень кинематической неопределимости системы. Основная система и канонические уравнения метода перемещений. Табличные значения реакций отдельного стержня. Теорема о взаимности реакций, ее использование при составлении уравнений. Алгоритм расчета (на примере плоских стержневых систем). Способы определения единичных и грузовых реакций.

Особенности расчета рам с наклонными стойками. Упрощения в методе перемещений. Использование симметрии системы. Особенности расчета многоэтажных рам. Расчет на изменение температуры и перемещения опор.

Применение метода перемещений к расчету неразрезных балок.

Тема 14. Смешанный и комбинированный методы

Сопоставление методов сил и перемещений, их обобщение. Теорема о взаимности реакций и перемещений. Основная система, неизвестные и канонические уравнения смешанного метода (на примере плоских рам). Свойства матрицы системы канонических уравнений, алгоритм расчета.

Комбинированный способ расчета симметричных и несимметричных систем. Понятие о приближенных способах расчета рам.

Раздел IV. Устойчивость сооружений

Тема 15. Методы исследования устойчивости упругих систем

Виды равновесия. Потеря устойчивости системы «в малом» и «в большом». Понятие критической нагрузки. Различные виды потери устойчивости деформируемых систем. Основные критерии и методы исследования устойчивости упругих систем: динамический, статический и энергетический. Устойчивость систем с одной и несколькими степенями свободы.

Тема 16. Устойчивость прямых сжатых стержней

Устойчивость сжатого стержня постоянного сечения. Использование точного и приближенного выражения для кривизны стержня. Дифференциальные уравнения второго и четвертого порядков и их интегрирование при различных граничных условиях.

Тема 17. Устойчивость рам и арок

Основные допущения. Метод сил в исследовании устойчивости рамных систем. Метод перемещений. Вычисление реакций сжатых стержней. Устойчивость неразрезных сжатых стержней на жестких и упругих опорах. Понятие о расчете на устойчивость арии и круглого кольца.

Раздел V. Динамика сооружений

Тема 18. Основные понятия динамики

Динамические нагрузки и их особенности. Силы инерции. Задачи и методы динамики сооружений. Понятие о степенях свободы системы.

Тема 19. Колебания систем с одной степенью свободы

Дифференциальное уравнение движения. Использование уравнений Лагранжа и обобщенных координат для описания движения системы с одной степенью свободы. Свободные колебания. Частота и период свободных колебаний. Общий случай действия возмущающей силы. Резонанс и его развитие во времени. Динамический коэффициент. Учет сил сопротивления.

Тема 20. Колебания системы с несколькими степенями свободы

Дифференциальные уравнения движения системы при произвольной нагрузке. Свободные колебания системы. Спектр частот и форм собственных колебаний. Ортогональность собственных (главных) форм колебаний. Действие на систему гармонической нагрузки.

ХАРАКТЕРИСТИКА РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Для развития навыков в самостоятельном решении технических задач учебным планом установлена расчетно-графическая работа с индивидуальным заданием. Эта работа принимается преподавателем с защитой. Тема расчетно-графической работы: «Расчеты статически определимых и статически неопределимых стержневых систем на неподвижную и подвижную нагрузки».

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов		Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		лекции	Практические занятия			
1	Раздел I. Общие принципы и методы строительной механики	4				
1.1	Тема 1. Задачи строительной механики и методы их решения	1		Плакаты	[1-4]	
1.1.1	Краткий исторический очерк развития строительной механики. Строительная механика как наука о расчете на прочность, жесткость и устойчивость сооружений. Ее основные задачи, принципы и методы. Связь с другими общеинженерными и специальными дисциплинами. Гипотезы и допущения строительной механики. Основные уравнения строительной механики. Физические модели материалов. Классификация задач строительной механики. Нагрузки и воздействия на сооружения.			Плакаты	[1-4]	
1.2	Тема 2. Расчетные схемы сооружений	1		Плакаты	[1-4]	
1.2.1	Понятие о расчетной схеме сооружения. Многообразие расчетных схем, их зависимость от требуемой точности расчета, исполь-			Плакаты	[1-4]	

	зуемой вычислительной техники. Классификация сооружений и их расчетных схем. Основные элементы сооружений: стержни, пластины, оболочки и массивные тела. Основные способы соединения элементов в единую систему и прикрепления сооружений к основанию. Связи, опоры, их типы. Понятие о расчетах по деформированной и недеформированной схеме сооружения. Особенности использования принципа возможных перемещений в расчетах по недеформированной схеме. Принцип суперпозиции в задачах вычисления внутренних сил и опорных реакций.					
1.3	Тема 3. Анализ образования систем (сооружений)	2	2	Плакаты	[1-4]	Самостоятельная работа
1.3.1	Статический и кинематический анализ различных типов связей и опор. Образование систем (сооружений). Неизменяемые, изменяемые и мгновенно изменяемые системы. Число степеней свободы и число «лишних» связей систем. Геометрический (кинематический) анализ образования системы (сооружения). Условия геометрической неизменяемости стержневых систем. Условия статической определимости геометрически неизменяемых стержневых систем.			Плакаты	[1-4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
2	Раздел II. Статически определимые системы	10	8			
2.1	Тема 4. Методы определения усилий от неподвижной нагрузки	2		Плакаты	[1-5]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа

2.1.1	Методы определения усилий в статически определимых системах: метод сечений; метод замены связей; кинематический метод. Примеры применения этих методов в расчетах простейших стержневых систем. Расчет многопролетных шарнирных балок. Определение опорных реакций, внутренних сил, построение и контроль эпюр. Применение матриц влияния внутренних сил.			Плакаты	[1-5]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
2.2	Тема 5. Методы определения усилий от подвижной нагрузки	2	4	Плакаты	[1-5]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
2.2.1	Понятие об особенностях расчета на подвижную нагрузку. Линии влияния. Статический и кинематический методы построения линий влияния. Линии влияния опорных реакций, изгибающих моментов и поперечных сил в балках.		2	Плакаты	[1-5]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
2.2.2	Построение линий влияния для многопролетных балок. Линии влияния при узловой передаче нагрузки. Определение усилий по линиям влияния. Определение расчетного положения подвижных нагрузок по линиям влияния.		2	Плакаты	[1-5]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
2.2.3	Понятие об эквивалентной нагрузке. Огибающие эпюры.	2		Плакаты	[1-5]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
2.3	Тема 6. Расчет плоских балочных ферм	2	2	Плакаты	[1-4], [7]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
2.3.1	Понятие о ферме и особенностях ее работы при узловой нагрузке. Расчетные схемы ферм. Образо-	2		Плакаты	[1-4], [7]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа

	вание ферм. Классификация ферм. Определения усилий в стержнях фермы при неподвижной нагрузке. Построение линий влияния усилий в стержнях ферм: статический и кинематический методы.					
2.3.2	Образование шпренгельных ферм и определение усилий в их стержнях.		2	Плакаты	[1-4], [7]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
2.3.3	Анализ продольных сил в стержнях некоторых простых балочных ферм при вертикальной нагрузке. Сопоставление ферм с различным очертанием поясов. Понятие о рациональной схеме фермы.			Плакаты	[1-4], [7]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
2.4	Тема 7. Расчет трехшарнирных систем	2		Плакаты	[1-4], [6]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
2.4.1	Образование трехшарнирных систем. Определение опорных реакций и внутренних сил. Сопоставление трехшарнирной системы с балкой. Построение линий влияния реакций и усилий в трехшарнирных системах. Линии влияния краевых напряжений и ядровых моментов. Рациональное очертание оси арки. Понятие о кривой давления.	1		Плакаты	[1-4], [6]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
2.4.2	Трехшарнирные арки и рамы с затяжкой. Расчет трехшарнирных арочных ферм. Понятие о статически определимых вантовых системах и их расчете.	1		Плакаты	[1-4], [6]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
2.5	Тема 8. Определение перемещений и некоторые основные теоремы строительной механики	2	2	Плакаты	[1-4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
2.5.1	Перемещения и их обозначения. Работа внешних	1	2	Плакаты	[1-	Защита РГР, тест, самостоя-

	и внутренних сил. Общий метод определения перемещений по формуле Максвелла-Мора и способы вычисления интегралов Мора.				4]	тельная работа
2.5.2	Перемещения от изменения температуры и смещений опор. Теоремы о взаимности работ и взаимности перемещений.	1		Плакаты	[1-4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
3	Раздел III. Статически неопределимые системы	10	4			
3.1	Тема 9. Метод сил	2	2	Плакаты	[1-4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
3.1.1	Статическая неопределимость. Понятие об основных методах расчета статически неопределимых систем. Степень статической неопределимости. Сущность метода сил. Основная система метода сил. Канонические уравнения метода сил, проверка коэффициентов и свободных членов уравнений.	1		Плакаты	[1-4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
3.1.2	Общий алгоритм расчета статически неопределимых систем по методу сил (на примере плоских рам). Построение эпюр M, Q и N и проверки. Использование симметрии системы, группировка неизвестных.		2	Плакаты	[1-4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
3.1.3	Расчет на изменение температуры и перемещения опор. Определение перемещений в статически неопределимых системах. Построение линий влияния в статически неопределимых системах.	1		Плакаты	[1-4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа

3.2	Тема 10. Расчет статически неопределимых арок методом сил	1		Плакаты	[1-4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
3.2.1	Виды статически неопределимых арок. Выбор расчетной схемы и метода расчета арок. Особенности расчета двухшарнирных и бесшарнирных арок. Использование упругого центра.	1		Плакаты	[1-4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
3.3	Тема 11. Расчет статически неопределимых ферм методом сил	1		Плакаты	[1-5]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
3.3.1	Виды статически неопределимых ферм. Выбор расчетной схемы и метода расчета ферм, применение метода сил и метода перемещений. Определение усилий от неподвижной нагрузки и построение линий влияния. Статически неопределимые комбинированные системы.	1		Плакаты	[1-4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
3.4	Тема 12. Расчет неразрезных балок методом сил	2		Плакаты	[1-4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
3.4.1	Виды неразрезных балок и особенности их конструкции. Применение метода сил к расчету неразрезных балок при неподвижной нагрузке.	1		Плакаты	[1-4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
3.4.2	Уравнение трех моментов.	1		Плакаты	[1-4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
3.5	Тема 13. Метод перемещений	2	2	Плакаты	[1-4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
3.5.1	Сущность метода и основные допущения. Известные и степень кинематической неопределимости системы. Основная система и канонические уравнения метода пере-	1		Плакаты	[1-4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа

	мещений. Табличные значения реакций отдельного стержня.					
3.5.2	Теорема о взаимности реакций, ее использование при составлении уравнений. Алгоритм расчета (на примере плоских стержневых систем). Способы определения единичных и грузовых реакций.		2	Плакаты	[1-4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
3.5.3	Особенности расчета рам с наклонными стойками. Упрощения в методе перемещений. Использование симметрии системы. Особенности расчета многоэтажных рам. Расчет на изменение температуры и перемещения опор. Применение метода перемещений к расчету неразрезных балок.	1		Плакаты	[1-4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
3.6	Тема 14. Смешанный и комбинированный методы	2		Плакаты	[1-4]	Тест, самостоятельная работа
3.6.1	Сопоставление методов сил и перемещений, их обобщение. Теорема о взаимности реакций и перемещений. Основная система, неизвестные и канонические уравнения смешанного метода (на примере плоских рам). Свойства матрицы системы канонических уравнений, алгоритм расчета.	1		Плакаты	[1-4]	Тест, самостоятельная работа
3.6.2	Комбинированный способ расчета симметричных и несимметричных систем. Понятие о приближенных способах расчета рам.	1		Плакаты	[1-4]	тест, самостоятельная работа
4	Раздел IV. Устойчивость сооружений	6	2			Тест, самостоятельная работа
4.1	Тема 15. Методы исследования устойчивости упругих систем	2		Плакаты	[2-4]	Тест, самостоятельная работа

4.1.1	Виды равновесия. Потеря устойчивости системы «в малом» и «в большом». Понятие критической нагрузки. Различные виды потери устойчивости деформируемых систем. Основные критерии и методы исследования устойчивости упругих систем: динамический, статический и энергетический.	1		Плакаты	[2-4]	Тест, самостоятельная работа
4.1.2	Устойчивость систем с одной и несколькими степенями свободы.	1		Плакаты	[2-4]	тест, самостоятельная работа
4.2	Тема 16. Устойчивость прямых сжатых стержней	2		Плакаты	[2-4]	тест, самостоятельная работа
4.2.1	Устойчивость сжатого стержня постоянного сечения. Использование точного и приближенного выражения для кривизны стержня.	1		Плакаты	[2-4]	тест, самостоятельная работа
4.2.2	Дифференциальные уравнения второго и четвертого порядков и их интегрирование при различных граничных условиях.	1		Плакаты	[2-4]	тест, самостоятельная работа
4.4	Тема 17. Устойчивость рам и арок	2	2	Плакаты	[2-4]	тест, самостоятельная работа
4.4.1	Основные допущения. Метод сил в исследовании устойчивости рамных систем. Метод перемещений. Вычисление реакций сжатых стержней. Устойчивость неразрезных сжатых стержней на жестких и упругих опорах.	2	2	Плакаты	[2-4]	тест, самостоятельная работа
5	Раздел V. Динамика сооружений	4	2	Плакаты	[2-4]	тест, самостоятельная работа
5.1	Тема 18. Основные понятия динамики	1		Плакаты	[2-4]	тест, самостоятельная работа
5.1.1	Динамические нагрузки и их особенности. Силы инерции. Задачи и методы динамики сооружений.	1		Плакаты	[2-4]	тест, самостоятельная работа

	Понятие о степенях свободы системы.					
5.2	Тема 19. Колебания систем с одной степенью свободы	1		Плакаты	[2-4]	тест, самостоятельная работа
5.2.1	Дифференциальное уравнение движения. Использование уравнений Лагранжа и обобщенных координат для описания движения системы с одной степенью свободы. Свободные колебания. Частота и период свободных колебаний. Общий случай действия возмущающей силы. Резонанс и его развитие во времени. Динамический коэффициент. Учет сил сопротивления.	1		Плакаты	[2-4]	тест, самостоятельная работа
5.3	Тема 20. Колебания системы с несколькими степенями свободы	2	2	Плакаты	[2-4]	тест, самостоятельная работа
5.3.1	Дифференциальные уравнения движения системы при произвольной нагрузке. Свободные колебания системы. Спектр частот и форм собственных колебаний. Ортогональность собственных (главных) форм колебаний. Действие на систему гармонической нагрузки.	2	2	Плакаты	[2-4]	тест, самостоятельная работа, экзамен

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Критерии оценок результатов учебной деятельности студентов

Оценка учебных достижений студента производится по 10-балльной шкале.

10 баллов — десять: систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы; безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации.

9 баллов — девять: систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы.

8 баллов — восемь: систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы; использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы.

7 баллов — семь: систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач.

6 баллов — шесть: достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы; использование необходимой научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы.

5 баллов — пять: достаточные знания в объеме учебной программы; использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы; владение

инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы.

4 балла — четыре, ЗАЧТЕНО: достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач; умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи.

3 балла — три, НЕЗАЧТЕНО: недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта; знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными лингвистическими и логическими ошибками; слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач; неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой дисциплины; пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.

2 балла — два, НЕЗАЧТЕНО: фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта; знания отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины; неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых стилистических и логических ошибок; пассивность на практических и лабораторных занятиях.

1 балл — один, НЕЗАЧТЕНО: отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта или отказ от ответа.

Методы (технологии) обучения

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, реализуемые на практических занятиях и при самостоятельной работе.

Организация самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- управляемая самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуальных расчетных заданий с консультациями преподавателя;
- подготовка докладов по индивидуальным темам, в том числе с использованием научно-технической литературы;
- контролируемая самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения практических заня-

тий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием.

Диагностика компетенций студентов

Оценка учебных достижений студентов на экзамене и при защите РГР производится по десятибалльной шкале.

Оценка промежуточных учебных достижений студентов осуществляется в соответствии с избранной кафедрой десятибалльной шкалой оценок.

Для оценки достижений студентов используется следующий диагностический инструментарий (в скобках – какие компетенции проверяются):

- проведение текущих контрольных работ и опросов по отдельным темам (ПК-22, ПК-24, ПК-25, ПК-37, ПК-38);
- защита расчетно-графических работ и индивидуальных заданий (АК-1–АК-7, СЛК-2, СЛК-3, СЛК-6);
- тестовый контроль (АК-1–АК-7);
- выступление на конференции по подготовленному докладу (АК-1–АК-7, ПК-24, ПК-25, ПК-37, ПК-38, СЛК-2, СЛК-3, СЛК-6);
- сдача зачета и экзамена по дисциплине (АК-1–АК-7, ПК-22, ПК-24, ПК-25, ПК-37, ПК-38).

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Яровая, А. В. Строительная механика. Статика стержневых систем: учеб. пособие / А. В. Яровая; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2013. – 447 с.
2. Дарков, А. В. Шапошников Н. Н. Строительная механика: Учеб. для строит. спец. вузов. / А. В. Дарков, Н. Н. Шапошников / 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 607 с.
3. Довнар, Е. П. Строительная механика: Учебник для вузов по спец. «Стр-во». / Е. П. Довнар, Л. И. Коршун / Мн.: Выш. шк., 1986. – 310 с.
4. Леонтьев, Н. Н. Основы строительной механики стержневых систем: Учебник / Н. Н. Леонтьев, Д. Н. Соболев, А. А. Амосов / М.: Изд-во АСВ, 1996. – 541 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

5. Иванов, В. А. Расчет статически определимых балок: Пособие для студентов строительных специальностей вузов. / В. А. Иванов, А. В. Яровая / Гомель: БелГУТ, 2002. – 58 с.
6. Яровая, А. В. Трехшарнирные арочные системы: Пособие для студентов строительных специальностей вузов. / А. В. Яровая / Гомель: БелГУТ, 2003. – 55 с.
7. Леоненко, Д. В. Расчет плоских ферм: учебно-метод. пособие для студентов строительных специальностей / Д. В. Леоненко. – Гомель: УО «БелГУТ», 2006. – 57 с.

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет транспорта»

Каф

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор учреждения
образования «Белорусский
государственный университет
транспорта»

В.Я. Негрей
« 06 » 05 2015
Регистрационный № УД- 12.24 / уч.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной
дисциплине для специальностей:

1-37 02 05 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство,

1-70 03 01 Автомобильные дороги;

направления специальности:

1-95 01 13-01 Управление подразделениями транспортных войск
(восстановление и строительство путей сообщения)

Учебная программа составлена на основе образовательных стандартов ОСВО 1-37 02 05-2013 «Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство», ОСВО 1-70 03 01-2013 «Автомобильные дороги», ОСВО 1-95 01 13-2013 «Управление подразделениями транспортных войск (по направлениям)».

СОСТАВИТЕЛЬ:

Д. В. Леоненко, профессор кафедры «Строительная механика» учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта», доктор физико-математических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Строительная механика» учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта»
(протокол № 4 от «27» апреля 2015 г.);

учебно-методической комиссией строительного факультета учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта»
(протокол № 3 от «27» апреля 2015 г.);

научно-методической комиссией военно-транспортного факультета учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта»
(протокол № 6 от «28» апреля 2015 г.);

научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта»
(протокол № 3 от «05» мая 2015 г.).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Актуальность изучения учебной дисциплины

Строительная механика является одной из основных общепрофессиональных инженерных дисциплин и играет существенную роль в формировании инженера. Подготовка высококвалифицированных инженеров-строителей возможна лишь при достаточно детальном изучении и глубоком усвоении студентами современной строительной механики стержневых систем, а также систем, включающих в себя пластины, оболочки и массивные тела.

Правильное решение задач расчетов на прочность, жесткость и устойчивость конструкций, используемых в сложных эксплуатационных условиях под действием как статических, так и динамических нагрузок, учет температурных воздействий и процессов, связанных с длительностью эксплуатации, является необходимым условием надежности и долговечности промышленных, гражданских и транспортных сооружений.

Поэтому важно, чтобы в процессе обучения студент освоил методы расчета сооружений на прочность, жесткость и устойчивость при статических и динамических нагрузках, а также температурных и кинематических воздействиях, и получил необходимые практические навыки при определении внутренних усилий и перемещений в них.

Программа разработана на основе компетентного подхода, требований к формированию компетенций, сформулированных в образовательных стандартах ОСВО 1-37 02 05-2013 «Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство», ОСВО 1-70 03 01-2013 «Автомобильные дороги», ОСВО 1-95 01 13-2013 «Управление подразделениями транспортных войск (по направлениям)».

Дисциплина относится к общепрофессиональным дисциплинам, осваиваемых студентами специальностей 1-37 02 05 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство, 1-70 03 01 Автомобильные дороги, курсантами направления специальности 1-95 01 13-01 Управление подразделениями транспортных войск (восстановление и строительство путей сообщения).

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель дисциплины – обучение студентов инженерным методам расчетов сооружений на прочность, жесткость и устойчивость в условиях действия постоянных и переменных во времени нагрузок, развитие и закрепление академических и социально-личностных компетенций.

Основными задачами дисциплины являются: развитие студентами навыков самостоятельной работы в практике инженерных расчетов; освоение теоретического материала, который позволит заложить основу для изучения специальных дисциплин, содержащих прочностные расчеты; получение практических навыков расчета; ознакомление с современными подходами к расчету сложных систем, элементами рационального проектирования конструкций.

Требования к уровню освоения содержания учебной дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен закрепить и развить следующие академические (АК) и социально-личностные (СЛК) компетенции, предусмотренные в образовательных стандартах ОСВО 1-70 03 01-2013, ОСВО 1-37 02 05-2013, ОСВО 1-95 01 13-2013:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-7. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

СЛК-1. Быть способным к критике и самокритике.

СЛК-2. Уметь работать в команде.

В результате изучения дисциплины студент должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК), предусмотренными образовательными стандартами

ОСВО 1-70 03 01-2013, ОСВО 1-37 02 05-2013:

ПК-5. Выбирать оптимальные технические параметры железных дорог и транспортных объектов,

ПК-29. Взаимодействовать со специалистами смежных профилей,

ПК-30. Анализировать и оценивать собранные данные;

ОСВО 1-95 01 13-2013:

ПК-17. Применять средства вычислительной техники при решении практических задач профессиональной деятельности,

ПК-29. Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.

Для приобретения профессиональных компетенций в результате изучения дисциплины «Строительная механика» студент должен **знать:**

- методы определения усилий в стержнях статически определимых и неопределимых систем от статической и динамической нагрузок;
- принципы построения линий влияния;
- способы определения перемещений от внешних воздействий;
- способы определения критических нагрузок;

уметь:

- составить расчетную схему сооружения, произвести ее кинематический анализ;
- определить усилия в стержнях статически определимых и неопределимых систем от статических и динамических воздействий,
- строить линии влияния в стержневых системах,

- находить перемещения в стержневых системах от всех видов внешних воздействий,
- производить простейшие расчеты на устойчивость.

владеть:

- навыками проведения кинематического анализа расчетной схемы сооружения;
- навыками определения внутренних усилий, напряжений и перемещений в элементах статически определимых и неопределимых систем современными методами при различных воздействиях;
- навыками проведения расчетов на устойчивость рам и отдельных стержней.

Структура содержания учебной дисциплины

Содержание дисциплины представлено в виде разделов и тем, которые характеризуются относительно самостоятельными укрупненными дидактическими единицами содержания обучения. Освоение дисциплины базируется на компетенциях, приобретенных ранее студентами при изучении дисциплин «Теоретическая механика», «Сопроотивление материалов и теория упругости», «Механика материалов», «Математика», а также отдельных разделов физики.

Форма получения высшего образования – дневная и заочная. Дисциплина изучается в 5, 6 (дневная форма) и 6, 7, 8, 9 (заочная форма) семестрах.

В соответствии с учебным планом на изучение дисциплины для дневной формы специальности 1-37 02 05 отведено всего 212 часов, в том числе 124 аудиторных часа, из них лекции – 64 часа, практические занятия – 60 часов. Форма текущей аттестации – расчетно-графические работы, зачет, экзамен. Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Распределение аудиторных часов по семестрам, видам занятий для дневной формы обучения специальности 1-37 02 05:

Семестр	Всего часов	Зачетных единиц	Аудиторных часов	Лекции	Практические занятия	Форма текущей аттестации
5	86	2	62	32	30	РГР, зач.
6	126	3	62	32	30	РГР, экз.

Обозначение: РГР – расчетно-графическая работа

В соответствии с учебным планом на изучение дисциплины для дневной формы специальности 1-70 03 01 отведено всего 224 часа, в том числе 124 аудиторных часа, из них лекции – 64 часа, практические занятия – 60 часов.

Форма текущей аттестации – расчетно-графические работы, зачет, экзамен. Трудоемкость дисциплины составляет 5,5 зачетных единиц.

Распределение аудиторных часов по семестрам, видам занятий для дневной формы обучения специальности 1-70 03 01:

Семестр	Всего часов	Зачетных единиц	Аудиторных часов	Лекции	Практические занятия	Форма текущей аттестации
5	94	2,5	62	32	30	РГР, зач.
6	130	3	62	32	30	РГР, экз.

Обозначение: РГР – расчетно-графическая работа

В соответствии с учебным планом на изучение дисциплины для дневной формы направления специальности 1-95 01 13-01 отведено всего 222 часа, в том числе 124 аудиторных часа, из них лекции – 64 часа, практические занятия – 60 часов. Форма текущей аттестации – расчетно-графические работы, зачет, экзамен. Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Распределение аудиторных часов по семестрам, видам занятий для дневной формы обучения направления специальности 1-95 01 13-01:

Семестр	Всего часов	Зачетных единиц	Аудиторных часов	Лекции	Практические занятия	Форма текущей аттестации
5	94	2	62	32	30	РГР, зач.
6	128	3	62	32	30	РГР, экз.

Обозначение: РГР – расчетно-графическая работа

В соответствии с учебным планом на изучение дисциплины для заочной формы специальности 1-37 02 05 (ЗС) отведено всего 212 часов, в том числе 26 аудиторных часов, из них лекции – 14 часов, практические занятия – 12 часов. Форма текущей аттестации – контрольные работы, зачет, экзамен. Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Распределение аудиторных часов по семестрам, видам занятий для заочной формы обучения специальности 1-37 02 05 (полная /сокращенная формы):

Семестр	Всего часов	Зачетных единиц	Аудиторных часов	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная управляемая работа студента (СУРС)	Форма текущей аттестации
6/7	10		10	6	4		
7/8	102	2	10	6	4		КР, зач.
8/9	100	3	16	2	4		КР, экз.

Обозначение: КР – контрольная работа

В соответствии с учебным планом на изучение дисциплины для заочной формы специальности 1-70 03 01 (ЗСА) отведено всего 224 часа, в том числе 30 аудиторных часов, из них лекции – 14 часов, практические занятия – 12 часов, СУРС – 4 часа. Форма текущей аттестации – контрольные работы, зачет, экзамен. Трудоемкость дисциплины составляет 5,5 зачетных единиц.

Распределение аудиторных часов по семестрам, видам занятий для заочной формы обучения специальности 1-70 03 01

Семестр	Всего часов	Зачетных единиц	Аудиторных часов	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная управляемая работа студента (СУРС)	Форма текущей аттестации
6	10		10	6	4		
7	100	2,5	10	6	4		КР, зач.
8	114	3	10	2	4	4	КР, экз.

Обозначение: КР – контрольная работа

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Общие принципы и методы строительной механики

Тема 1. Задачи строительной механики и методы их решения

Краткий исторический очерк развития строительной механики. Строительная механика как наука о расчете на прочность, жесткость и устойчивость сооружений. Ее основные задачи, принципы и методы. Связь с другими общепрофессиональными и специальными дисциплинами.

Гипотезы и допущения строительной механики. Основные уравнения строительной механики. Физические модели материалов. Классификация задач строительной механики. Нагрузки и воздействия на сооружения.

Тема 2. Расчетные схемы сооружений

Понятие о расчетной схеме сооружения. Многообразие расчетных схем, их зависимость от требуемой точности расчета, используемой вычислительной техники. Классификация сооружений и их расчетных схем.

Основные элементы сооружений: стержни, пластины, оболочки и массивные тела. Основные способы соединения элементов в единую систему и крепления сооружений к основанию. Связи, опоры, их типы.

Понятие о расчетах по деформированной и недеформированной схеме сооружения.

Тема 3. Анализ образования систем (сооружений)

Статический и кинематический анализ различных типов связей и опор. Образование систем (сооружений). Неизменяемые, изменяемые и мгновенно изменяемые системы. Число степеней свободы и число «лишних» связей систем. Геометрический (кинематический) анализ образования системы (сооружения). Условия геометрической неизменяемости стержневых систем. Условия статической определимости геометрически неизменяемых стержневых систем.

Раздел 2. Статически определимые системы

Тема 4. Методы определения усилий от неподвижной и от подвижной нагрузок

Методы определения усилий в статически определимых системах: метод сечений; кинематический метод. Примеры применения этих методов в расчетах простейших стержневых систем

Понятие об особенностях расчета на подвижную нагрузку. Линии влияния. Статический и кинематический методы построения линий влияния. Линии влияния опорных реакций, изгибающих моментов и поперечных сил в балках.

Линии влияния при узловой передаче нагрузки. Определение усилий по линиям влияния. Определение расчетного положения подвижных нагрузок

по линиям влияния. Понятие об эквивалентной нагрузке. Огибающие эпюры.

Тема 5. Расчет многопролетных балок

Расчет многопролетных шарнирных балок. Определение опорных реакций, внутренних сил, построение и контроль эпюр. Построение линий влияния для многопролетных балок.

Тема 6. Расчет плоских балочных ферм

Понятие о ферме и особенностях ее работы при узловой нагрузке. Расчетные схемы ферм. Образование ферм. Классификация ферм. Определения усилий в стержнях фермы при неподвижной нагрузке. Построение линий влияния усилий в стержнях ферм: статический и кинематический методы.

Образование шпренгельных ферм и определение усилий в их стержнях.

Анализ продольных сил в стержнях некоторых простых балочных ферм при вертикальной нагрузке. Сопоставление ферм с различным очертанием поясов. Понятие о рациональной схеме фермы.

Тема 7. Расчет трехшарнирных систем

Образование трехшарнирных систем. Определение опорных реакций и внутренних сил. Рациональное очертание оси арки. Сопоставление трехшарнирной системы с балкой. Построение линий влияния реакций и усилий в трехшарнирных системах. Расчетное положение подвижной нагрузки на арке.

Тема 8. Определение перемещений и некоторые основные теоремы строительной механики

Перемещения и их обозначения. Работа внешних и внутренних сил. Теоремы о взаимности работ и взаимности перемещений. Общий метод определения перемещений по формуле Максвелла-Мора и способы вычисления интегралов Мора. Перемещения от изменения температуры и смещений опор.

Раздел 3. Статически неопределимые системы

Тема 9. Метод сил

Статическая неопределимость. Понятие об основных методах расчета статически неопределимых систем. Степень статической неопределимости. Сущность метода сил. Основная система метода сил. Канонические уравнения метода сил, проверка коэффициентов и свободных членов уравнений. Общий алгоритм расчета статически неопределимых систем по методу сил (на примере плоских рам). Построение эпюр M , Q и N и проверки.

Определение перемещений в статически неопределимых системах.

Тема 10. Метод перемещений

Сущность метода и основные допущения. Неизвестные и степень кинематической неопределимости системы. Основная система и канонические уравнения метода перемещений. Табличные значения реакций отдельного стержня. Теорема о взаимности реакций, ее использование при составлении уравнений.

Алгоритм расчета (на примере плоских стержневых систем). Способы определения единичных и грузовых реакций.

Особенности расчета рам с наклонными стойками.

Тема 11. Расчет статически неопределимых конструкций

Виды неразрезных балок и особенности их конструкции. Применение метода сил к расчету неразрезных балок при неподвижной нагрузке. Уравнение трех моментов. Применение метода перемещений к расчету неразрезных балок.

Виды статически неопределимых арок. Выбор расчетной схемы и метода расчета арок. Особенности расчета двухшарнирных и бесшарнирных арок.

Виды статически неопределимых ферм. Выбор расчетной схемы и метода расчета ферм, применение метода сил и метода перемещений.

Раздел 4. Динамика сооружений

Тема 12. Основные понятия динамики

Динамические нагрузки и их особенности. Силы инерции. Задачи и методы динамики сооружений. Понятие о степенях свободы системы. Виды колебательных процессов и их характеристики.

Тема 13. Колебания систем с одной степенью свободы

Дифференциальное уравнение движения. Использование уравнений Лагранжа и обобщенных координат для описания движения системы с одной степенью свободы. Свободные колебания. Частота и период свободных колебаний. Общий случай действия возмущающей силы. Резонанс и его развитие во времени. Динамический коэффициент. Учет сил сопротивления.

Тема 14. Колебания системы с несколькими степенями свободы

Дифференциальные уравнения движения системы при произвольной нагрузке. Свободные колебания системы. Спектр частот и форм собственных колебаний. Действие на систему гармонической нагрузки.

Тема 15. Колебания системы с бесконечным числом степеней свободы

Дифференциальные уравнения движения. Свободные колебания системы. Спектр частот и форм собственных колебаний. Действие на систему гармонической нагрузки.

Раздел 5. Устойчивость сооружений

Тема 16. Методы исследования устойчивости упругих систем

Виды равновесия. Понятие критической нагрузки. Различные виды потери устойчивости деформируемых систем. Основные критерии и методы исследования устойчивости упругих систем: динамический, статический и энергетический.

Тема 17. Устойчивость прямых сжатых стержней и рам

Устойчивость систем с одной и несколькими степенями свободы. Задача Эйлера. Критическая сила при различных закреплениях стержня.

Основные допущения при расчете рам на устойчивость. Последовательность расчета рамы методом перемещений на устойчивость.

Тема 18. Направления развития динамики и устойчивости сооружений

Обзор современных направлений развития динамики и устойчивости сооружений. Понятие о динамической устойчивости упругих систем. Автоколебания и аэроупругие колебания в задачах динамики мостовых и строительных конструкций.

ХАРАКТЕРИСТИКА РГР (ДНЕВНАЯ ФОРМА)

Для развития навыков в самостоятельном решении технических задач учебным планом установлены шесть расчетно-графических работ с индивидуальным заданием по всем основным темам курса. Эти работы принимаются преподавателем с защитой.

Темы расчетно-графических работ:

10. Расчет статически определимой многопролетной балки.
11. Расчет статически определимой плоской фермы.
12. Расчет статически определимой арки.
13. Расчет статически неопределимой плоской рамы методом сил.
14. Расчет статически неопределимой плоской рамы методом перемещений.
15. Расчеты рамы на динамические воздействия и устойчивость.

ХАРАКТЕРИСТИКА КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ (ЗАОЧНАЯ ФОРМА)

Для развития навыков в самостоятельном решении технических задач учебным планом установлены две контрольные работы с индивидуальным заданием.

Темы контрольных работ:

4. Расчет статически определимой системы на подвижную нагрузку.
5. Расчет статически неопределимой системы на неподвижную нагрузку.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА (ДНЕВНАЯ ФОРМА)

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов		Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		лекции	Практические занятия			
1.	Раздел 1. Общие принципы и методы строительной механики (12 ч.)	8	4			
1.1	Тема 1. Задачи строительной механики и методы их решения (2 ч.)	2				
1.1.1	Краткий исторический очерк развития строительной механики. Строительная механика как наука о расчете на прочность, жесткость и устойчивость сооружений. Ее основные задачи, принципы и методы. Связь с другими инженерными и специальными дисциплинами. Гипотезы и допущения строительной механики. Основные уравнения строительной механики. Физические модели материалов. Классификация задач строительной механики. Нагрузки и воздействия на сооружения.	2		Плакаты	[1-4]	
1.2	Тема 2. Расчетные схемы сооружений (2 ч.)	2				
1.2.1	Понятие о расчетной схеме сооружения. Многообразие расчетных схем, их зависимость от требуемой точности расчета, используемой вычислительной техники. Классификация сооружений и их расчетных схем. Основные элементы сооружений: стержни, пластины, оболочки и массивные тела. Основные способы соединения элементов в единую	2		Плакаты	[1-4]	Защита РГР, самостоятельная работа

	систему и прикрепления сооружений к основанию. Связи, опоры, их типы. Понятие о расчетах по деформированной и недеформированной схеме.					
1.3	Тема 3. Анализ образования систем (сооружений) (8 ч.)	4	4			
1.3.1	Статический и кинематический анализ различных типов связей и опор. Образование систем (сооружений). Неизменяемые, изменяемые и мгновенно изменяемые системы. Число степеней свободы и число «лишних» связей систем.	2	2	Плакаты	[1-4]	Защита РГР, самостоятельная работа
1.3.2	Геометрический (кинематический) анализ образования системы (сооружения). Условия геометрической неизменяемости стержневых систем. Условия статической определимости геометрически неизменяемых стержневых систем.	2	2			
2	Раздел 2. Статически определимые системы (50 ч.)	24	26			
2.1	Тема 4. Методы определения усилий от неподвижной и от подвижной нагрузок (12 ч.)	6	6			
2.1.1	Методы определения усилий в статически определимых системах: метод сечений; кинематический метод. Примеры применения этих методов в расчетах простейших стержневых систем. Понятие об особенностях расчета на подвижную нагрузку. Линии влияния.	2		Плакаты	[1-4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
2.1.2	Статический и кинематический методы построения линий влияния. Линии влияния опорных реакций, изгибающих моментов и поперечных сил в балках. Линии влияния при узловой передаче нагрузки.	2	2			
2.1.3	Определение усилий по ли-	2	4			

	ниям влияния. Определение расчетного положения подвижных нагрузок по линиям влияния. Понятие об эквивалентной нагрузке. Огибающие эпюры.					
2.2	Тема 5. Расчет многопролетных балок (6 ч.)	2	4			
2.2.1	Расчет многопролетных шарнирных балок. Определение опорных реакций, внутренних сил, построение и контроль эпюр. Построение линий влияния для многопролетных балок.	2	4	Плакаты	[1-5]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
2.3	Тема 6. Расчет плоских балочных ферм (10 ч.)	4	6			
2.3.1	Понятие о ферме и особенностях ее работы при узловой нагрузке. Расчетные схемы ферм. Образование ферм. Классификация ферм. Определения усилий в стержнях фермы при неподвижной нагрузке. Построение линий влияния усилий в стержнях ферм: статический и кинематический методы.	2	2	Плакаты	[1-4] [7]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
2.3.2	Образование шпренгельных ферм и определение усилий в их стержнях. Анализ продольных сил в стержнях некоторых простых балочных ферм при вертикальной нагрузке. Сопоставление ферм с различным очертанием поясов. Понятие о рациональной схеме фермы.	2	4			
2.4	Тема 7. Расчет трехшарнирных систем (12 ч.)	6	6			
2.4.1	Образование трехшарнирных систем. Определение опорных реакций и внутренних сил. Сопоставление трехшарнирной системы с балкой.	2	2	Плакаты	[1-4], [6],	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
2.4.2	Рациональное очертание оси арки. Линии влияния опорных реакций в трехшарнирной системе. Линия влияния изгибающего момента в трехшарнирной си-	2	2			
2.4.3		2	2			

	стеме. Линия влияния поперечной и продольной сил в трех-шарнирной системе Расчетное положение подвижной нагрузки на арке.					
2.5	Тема 8. Определение перемещений и некоторые основные теоремы строительной механики (10 ч.)	6	4			
2.5.1	Перемещения и их обозначения. Действительная работа внешних и внутренних сил.	2		Плакаты	[1-4]	Тест, самостоятельная работа
2.5.2	Возможная работа. Теоремы о взаимности работ и взаимности перемещений. Общий метод определения перемещений по формуле Максвелла-Мора.	2	2			
2.5.3	Способы вычисления интегралов Мора. Перемещения от изменения температуры и смещений опор.	2	2			
3	Раздел 3. Статически неопределимые системы (35 ч.)	15	20			
3.1	Тема 9. Метод сил (12 ч.)	4	8			
3.1.1	Статическая неопределимость. Понятие об основных методах расчета статически неопределимых систем. Степень статической неопределимости. Сущность метода сил. Основная система метода сил. Канонические уравнения метода сил, проверка коэффициентов и свободных членов уравнений.	2	4	Плакаты	[1-4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
3.1.2	Общий алгоритм расчета статически неопределимых систем по методу сил (на примере плоских рам). Построение эпюр M, Q и N и проверки. Определение перемещений в статически неопределимых системах.	2	4			
3.2	Тема 10. Метод перемещений (13 ч.)	5	8			

3.2.1	Сущность метода и основные допущения. Неизвестные и степень кинематической неопределимости системы. Основная система и канонические уравнения метода перемещений. Табличные значения реакций отдельного стержня. Теорема о взаимности реакций, ее использование при составлении уравнений.	2	2	Плакаты	[1-4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
3.2.2	Алгоритм расчета (на примере плоских стержневых систем). Способы определения единичных и грузовых реакций.	2	6			
3.2.3	Особенности расчета рам с наклонными стойками.	1				
3.3	Тема 11. Расчет статически неопределимых конструкций (10 ч.)	6	4			
3.3.1	Виды неразрезных балок и особенности их конструкции.	1		Плакаты	[1-4]	Тест, самостоятельная работа
3.3.2	Применение метода сил к расчету неразрезных балок при неподвижной нагрузке. Уравнение трех моментов.	2	2			
3.3.3	Применение метода перемещений к расчету неразрезных балок. Виды статически неопределимых арок. Выбор расчетной схемы и метода расчета арок.	1				
3.3.4	Особенности расчета двухшарнирных и бесшарнирных арок. Виды статически неопределимых ферм. Выбор расчетной схемы и метода расчета ферм, применение метода сил и метода перемещений.	2	2			
4	Раздел 4. Динамика сооружений (16 ч.)	10	6			
4.1	Тема 12. Основные понятия динамики (1 ч.)	1				
4.1.1	Динамические нагрузки и их особенности. Силы инерции. Задачи и методы динамики сооружений. Понятие о степенях свободы	1		Плакаты	[1-4]	Самостоятельная работа

	системы. Виды колебательных процессов и их характеристики.					
4.2	Тема 13. Колебания систем с одной степенью свободы (5 ч.)	5				
4.2.1	Дифференциальное уравнение движения. Использование уравнений Лагранжа и обобщенных координат для описания движения системы с одной степенью свободы.	1		Плакаты	[1-4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
4.2.2	Свободные колебания. Частота и период свободных колебаний. Общий случай действия возмущающей силы.	2				
4.2.3	Резонанс и его развитие во времени. Динамический коэффициент. Учет сил сопротивления.	2				
4.3	Тема 14. Колебания системы с несколькими степенями свободы (8 ч.)	2	6			
4.3.1	Дифференциальные уравнения движения системы при произвольной нагрузке. Свободные колебания системы. Спектр частот и форм собственных колебаний. Действие на систему гармонической нагрузки.	2	6	Плакаты	[1-4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
4.4	Тема 15. Колебания системы с бесконечным числом степеней свободы (2 ч.)	2				
4.4.1	Дифференциальные уравнения движения. Свободные колебания системы. Спектр частот и форм собственных колебаний. Действие на систему гармонической нагрузки.	2				Защита РГР
5	Раздел 5. Устойчивость сооружений (11 ч.)	7	4			
5.1	Тема 16. Методы исследования устойчивости упругих систем (2 ч.)	2				
5.1.1	Виды равновесия. Понятие	2		Плакаты	[1-	Защита РГР,

	критической нагрузки. Различные виды потери устойчивости деформируемых систем. Основные критерии и методы исследования устойчивости упругих систем: динамический, статический и энергетический.				4]	тест, самостоятельная работа
5.2	Тема 17. Устойчивость прямых сжатых стержней и рам (8 ч.)	4	4			
5.2.1	Устойчивость систем с одной и несколькими степенями свободы.	2		Плакаты	[1-4]	Защита РГР, тест, самостоятельная работа
5.2.2	Задача Эйлера. Критическая сила при различных закреплениях стержня.	1	2			
5.2.3	Основные допущения при расчете рам на устойчивость. Последовательность расчета рамы методом перемещений на устойчивость.	1	2			
5.3	Тема 18. Направления развития динамики и устойчивости сооружений (1 ч.)	1				
5.3.1	Обзор современных направлений развития динамики и устойчивости сооружений. Понятие о динамической устойчивости упругих систем. Автоколебания и аэроупругие колебания в задачах динамики мостовых и строительных конструкций.	1				

Обозначение: РГР – расчетно-графическая работа

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА (ЗАОЧНАЯ ФОРМА)

раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых	Количество аудиторных часов (ЗС/ЗСА)	Самостоятельное изучение тем курса	занятия (наглядные, методиче-ские)	Литература	Форма контроля знаний
------------------------	--	--------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------------	-----------------------

	вопросов	лекции	практические занятия	самостоятельная работа студента				
1.	Раздел 1. Общие принципы и методы строительной механики (12 ч.)	4			8			
1.1	Тема 1. Задачи строительной механики и методы их решения (2 ч.)				2			
1.1.1	Краткий исторический очерк развития строительной механики. Строительная механика как наука о расчете на прочность, жесткость и устойчивость сооружений. Ее основные задачи, принципы и методы. Связь с другими общеинженерными и специальными дисциплинами. Гипотезы и допущения строительной механики. Основные уравнения строительной механики. Физические модели материалов. Классификация задач строительной механики. Нагрузки и воздействия на сооружения.				2	Плакаты	[1-4]	
1.2	Тема 2. Расчетные схемы сооружений (2 ч.)				2			
1.2.1	Понятие о расчетной схеме сооружения. Многообразие расчетных схем, их зависимость от требуемой точности расчета, используемой вычислительной техники. Классификация сооружений и их расчетных схем. Основные элементы сооружений: стержни, пластины, оболочки и массивные тела. Основные способы соединения				2	Плакаты	[1-4]	

	элементов в единую систему и прикрепления сооружений к основанию. Связи, опоры, их типы. Понятие о расчетах по деформированной и недеформированной схеме.							
1.3	Тема 3. Анализ образования систем (сооружений) (8 ч.)	4			4			
1.3.1	Статический и кинематический анализ различных типов связей и опор. Образование систем (сооружений). Неизменяемые, изменяемые и мгновенно изменяемые системы. Число степеней свободы и число «лишних» связей систем.	2			2	Плакаты	[1-4]	
1.3.2	Геометрический (кинематический) анализ образования системы (сооружения). Условия геометрической неизменяемости стержневых систем. Условия статической определимости геометрически неизменяемых стержневых систем.	2			2			
2	Раздел 2. Статически определимые системы (50 ч.)	6	8		36			
2.1	Тема 4. Методы определения усилий от неподвижной и от подвижной нагрузок (12 ч.)	2	4		6			
2.1.1	Методы определения усилий в статически определимых системах: метод сечений; кинематический метод. Примеры применения этих методов в расчетах простейших стержневых систем. Понятие об особенностях расчета на подвижную нагрузку. Линии влияния.				4	Плакаты	[1-4]	КР
2.1.2	Статический и кинематический методы постро-	2	2					

2.1.3	ения линий влияния. Линии влияния опорных реакций, изгибающих моментов и поперечных сил в балках. Линии влияния при узловой передаче нагрузки. Определение усилий по линиям влияния. Определение расчетного положения подвижных нагрузок по линиям влияния. Понятие об эквивалентной нагрузке. Огибающие эпюры.		2		2			
2.2	Тема 5. Расчет многопролетных балок (6 ч.)	2	2		2			
2.2.1	Расчет многопролетных шарнирных балок. Определение опорных реакций, внутренних сил, построение и контроль эпюр. Построение линий влияния для многопролетных балок.	2	2		2	Плакаты	[1-5]	КР
2.3	Тема 6. Расчет плоских балочных ферм (10 ч.)				10			
2.3.1	Понятие о ферме и особенностях ее работы при узловой нагрузке. Расчетные схемы ферм. Образование ферм. Классификация ферм. Определения усилий в стержнях фермы при неподвижной нагрузке. Построение линий влияния усилий в стержнях ферм: статический и кинематический методы.				6	Плакаты	[1-4], [7]	КР
2.3.2	Образование шпренгельных ферм и определение усилий в их стержнях. Анализ продольных сил в стержнях некоторых простых балочных ферм при вертикальной нагрузке. Сопоставление ферм с различным очертанием поясов. Понятие о рациональной схеме фермы.				4			

2.4	Тема 7. Расчет трехшарнирных систем (12 ч.)				12			
2.4.1	Образование трехшарнирных систем. Определение опорных реакций и внутренних сил. Сопоставление трехшарнирной системы с балкой.				4	Плакаты	[1-4], [6]	КР
2.4.2	Рациональное очертание оси арки. Линии влияния опорных реакций в трехшарнирной системе. Линия влияния изгибающего момента в трехшарнирной системе.				4			
2.4.3	Линия влияния поперечной и продольной сил в трехшарнирной системе. Расчетное положение подвижной нагрузки на арке.				4			
2.5	Тема 8. Определение перемещений и некоторые основные теоремы строительной механики (10 ч.)	2	2		6			
2.5.1	Перемещения и их обозначения. Действительная работа внешних и внутренних сил.				2	Плакаты	[1-4]	
2.5.2	Возможная работа. Теоремы о взаимности работ и взаимности перемещений. Общий метод определения перемещений по формуле Максвелла-Мора.				4			
2.5.3	Способы вычисления интегралов Мора. Перемещения от изменения температуры и смещений опор.	2	2					
3	Раздел 3. Статически неопределимые системы (35 ч.)	4	4		27			
3.1	Тема 9. Метод сил (12 ч.)	2	2		8			
3.1.1	Статическая неопределимость. Понятие об основных методах расчета статически неопределимых систем. Степень статической неопреде-	2	2		2	Плакаты	[1-4]	КР

	лимости. Сущность метода сил. Основная система метода сил. Канонические уравнения метода сил, проверка коэффициентов и свободных членов уравнений.							
3.1.2	Общий алгоритм расчета статически неопределимых систем по методу сил (на примере плоских рам). Построение эпюр M, Q и N и проверки. Определение перемещений в статически неопределимых системах.				6			
3.2	Тема 10. Метод перемещений (13 ч.)	2	2		9			
3.2.1	Сущность метода и основные допущения. Неизвестные и степень кинематической неопределимости системы. Основная система и канонические уравнения метода перемещений. Табличные значения реакций отдельного стержня. Теорема о взаимности реакций, ее использование при составлении уравнений.	2	2		4	Плакаты	[1-4]	КР
3.2.2	Алгоритм расчета (на примере плоских стержневых систем). Способы определения единичных и грузовых реакций.				4			
3.2.3	Особенности расчета рам с наклонными стойками.				1			
3.3	Тема 11. Расчет статически неопределимых конструкций (10 ч.)				10			
3.3.1	Виды неразрезных балок и особенности их конструкции.				1	Плакаты	[1-4]	КР
3.3.2	Применение метода сил к расчету неразрезных балок при неподвижной нагрузке. Уравнение трех моментов.				4			
3.3.3	Применение метода перемещений к расчету неразрезных балок. Виды				1			

3.3.4	статически неопределимых арок. Выбор расчетной схемы и метода расчета арок. Особенности расчета двухшарнирных и бесшарнирных арок. Виды статически неопределимых ферм. Выбор расчетной схемы и метода расчета ферм, применение метода сил и метода перемещений.				4			
4	Раздел 4. Динамика сооружений (16 ч.)			- /2	16/14			
4.1	Тема 12. Основные понятия динамики (1 ч.)				1			
4.1.1	Динамические нагрузки и их особенности. Силы инерции. Задачи и методы динамики сооружений. Понятие о степенях свободы системы. Виды колебательных процессов и их характеристики.				1	Плакаты	[1-4]	
4.2	Тема 13. Колебания систем с одной степенью свободы (5 ч.)			- /2	5/3			
4.2.1	Дифференциальное уравнение движения. Использование уравнений Лагранжа и обобщенных координат для описания движения системы с одной степенью свободы.				1	Плакаты	[1-4]	
4.2.2	Свободные колебания. Частота и период свободных колебаний. Общий случай действия возмущающей силы.			- /2	2/-			
4.2.3	Резонанс и его развитие во времени. Динамический коэффициент. Учет сил сопротивления.				2			
4.3	Тема 14. Колебания системы с несколькими степенями свободы (8 ч.)				8			

4.3.1	Дифференциальные уравнения движения системы при произвольной нагрузке. Свободные колебания системы. Спектр частот и форм собственных колебаний. Действие на систему гармонической нагрузки.				8	Плакаты	[1-4]	
4.4	Тема 15. Колебания системы с бесконечным числом степеней свободы (2 ч.)				2			
4.4.1	Дифференциальные уравнения движения. Свободные колебания системы. Спектр частот и форм собственных колебаний. Действие на систему гармонической нагрузки.				2			
5	Раздел 5. Устойчивость сооружений (11 ч.)			- /2	11/9			
5.1	Тема 16. Методы исследования устойчивости упругих систем (2 ч.)				2			
5.1.1	Виды равновесия. Понятие критической нагрузки. Различные виды потери устойчивости деформируемых систем. Основные критерии и методы исследования устойчивости упругих систем: динамический, статический и энергетический.				2	Плакаты	[1-4]	
5.2	Тема 17. Устойчивость прямых сжатых стержней и рам (8 ч.)			- /2	8/6			
5.2.1	Устойчивость систем с одной и несколькими степенями свободы.			- /2	2/-	Плакаты	[1-4]	
5.2.2	Задача Эйлера. Критическая сила при различных закреплениях стержня.				3			
5.2.3	Основные допущения при расчете рам на устойчивость. Последовательность расчета рамы методом перемещений на устойчи-				3			

	вость.							
5.3	Тема 18. Направления развития динамики и устойчивости сооружений (1 ч.)				1			
5.3.1	Обзор современных направлений развития динамики и устойчивости сооружений. Понятие о динамической устойчивости упругих систем. Автоколебания и аэроупругие колебания в задачах динамики мостовых и строительных конструкций.				1			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

КРИТЕРИИ ОЦЕНОК РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ

Оценка учебных достижений студента производится по 10-балльной шкале.

10 баллов — десять: систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы; безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации.

9 баллов — девять: систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы.

8 баллов — восемь: систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы; использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы.

7 баллов — семь: систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач.

6 баллов — шесть: достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы; использование необходимой научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы.

5 баллов — пять: достаточные знания в объеме учебной программы; использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы.

4 балла — четыре, ЗАЧТЕНО: достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач; умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи.

3 балла — три, НЕЗАЧТЕНО: недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта; знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными лингвистическими и логическими ошибками; слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач; неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой дисциплины; пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.

2 балла — два, НЕЗАЧТЕНО: фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта; знания отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины; неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых стилистических и логических ошибок; пассивность на практических и лабораторных занятиях.

1 балл — один, НЕЗАЧТЕНО: отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта или отказ от ответа.

Методы (технологии) обучения

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, реализуемые на практических занятиях и при самостоятельной работе.

Организация самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- управляемая самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуальных расчетных заданий с консультациями преподавателя;
- подготовка докладов по индивидуальным темам, в том числе с

использованием научно-технической литературы;

- контролируемая самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения практических занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием.

Диагностика компетенций студентов

Оценка учебных достижений студентов на экзамене и при защите РГР производится по десятибалльной шкале.

Оценка промежуточных учебных достижений студентов осуществляется в соответствии с избранной кафедрой десятибалльной шкалой оценок.

Для оценки достижений студентов используется следующий диагностический инструментарий (в скобках – какие компетенции проверяются):

- проведение текущих контрольных работ и опросов по отдельным темам (ПК-5, ПК-17, ПК-29, ПК-30)
- защита расчетно-графических работ и индивидуальных заданий (АК-1–АК-7, ПК-5, ПК-29, ПК-30, СЛК-1, СЛК-2);
- тестовый контроль (АК-1–АК-7);
- выступление на конференции по подготовленному докладу (АК-1–АК-7, ПК-5, ПК-17, ПК-29, ПК-30, СЛК-1, СЛК-2);
- сдача зачета и экзамена по дисциплине (АК-1–АК-7, ПК-5, ПК-29, ПК-30).

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Яровая, А. В. Строительная механика. Статика стержневых систем: учеб. пособие / А. В. Яровая; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2013. – 447 с.
2. Дарков, А. В. Шапошников Н. Н. Строительная механика: Учеб. для строит. спец. вузов. / А. В. Дарков, Н. Н. Шапошников / 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 607 с.
3. Довнар, Е. П. Строительная механика: Учебник для вузов по спец. «Стр-во». / Е. П. Довнар, Л. И. Коршун / Мн.: Выш. шк., 1986. – 310 с.
4. Леонтьев, Н. Н. Основы строительной механики стержневых систем: Учебник / Н. Н. Леонтьев, Д. Н. Соболев, А. А. Амосов / М.: Изд-во АСВ, 1996. – 541 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

5. Иванов, В. А. Расчет статически определимых балок: Пособие для студентов строительных специальностей вузов. / В. А. Иванов, А. В. Яровая / Гомель: БелГУТ, 2002. – 58 с.
6. Яровая, А. В. Трехшарнирные арочные системы: Пособие для студентов строительных специальностей вузов. / А. В. Яровая / Гомель: БелГУТ, 2003. – 55 с.
7. Леоненко, Д. В. Расчет плоских ферм: учебно-метод. пособие для студентов строительных специальностей / Д. В. Леоненко. – Гомель: УО «БелГУТ», 2006. – 57 с.

ПРИМЕРНЫЕ ПЕРЕЧНИ ЗАДАНИЙ СУРС

6. Расчет статически неопределимых ферм.
7. Расчет статически неопределимых арок.
8. Расчет статически неразрезных балок.
9. Определение критической нагрузки в расчете рамы.
10. Определение параметров колебаний систем с одной степенью свободы.

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет транспорта»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор учреждения
образования «Белорусский
государственный университет
транспорта»



В.Я. Негрей

2015 г.

Регистрационный № 40-12.24 / уч.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной
дисциплине для специальности:

1 – 70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресур-
сов»

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-70 04 03-2013 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов».

СОСТАВИТЕЛЬ:

Старовойтова Елена Эдуардовна, доцент кафедры «Строительная механика» Учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта», кандидат физико-математических наук.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Плескачевский Юрий Михайлович, Советник Национальной академии наук РБ, член-корреспондент НАН РБ, д.т.н., профессор, Заслуженный деятель науки РБ.

Довгяло Владимир Александрович, заведующий кафедрой «Детали машин, путевые и строительные машины» Учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта», доктор технических наук, профессор.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Строительная механика» учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта»
(протокол № 6 от 17.06.2015 г.);

учебно-методической комиссией строительного факультета учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта»
(протокол № 5 от 29.06.2015 г.);

научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта»
(протокол № 5 от 30.06.2015 г.).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Актуальность изучения учебной дисциплины

«Строительная механика» является одной из основных профессиональных инженерных дисциплин и играет существенную роль в формировании инженера. Подготовка высококвалифицированных инженеров-строителей возможна лишь при достаточно детальном изучении и глубоком усвоении студентами современной строительной механики стержневых систем, а также систем, включающих в себя пластины, оболочки и массивные тела.

Правильное решение задач на прочность, жесткость и устойчивость конструкций, используемых в сложных эксплуатационных условиях под действием как статических, так и динамических нагрузок, учет температурных воздействий и процессов, связанных с длительностью эксплуатации, является необходимым условием надежности и долговечности промышленных, гражданских и транспортных сооружений.

Поэтому важно, чтобы в процессе обучения студент освоил методы расчета сооружений на прочность, жесткость и устойчивость при статических и динамических нагрузках, а также температурных и кинематических воздействиях, и получил необходимые практические навыки для определения внутренних усилий и перемещений.

Программа разработана на основе компетентного подхода, требований к формированию компетенций, сформулированных в образовательном стандарте ОСВО 1-70 04 03-2013 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов».

Дисциплина относится к циклу общепрофессиональных и специальных дисциплин, осваиваемых студентами специальности 1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов».

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель дисциплины – обучение студентов инженерным методам расчетов сооружений на прочность, жесткость и устойчивость в условиях действия постоянных и переменных во времени нагрузок, развитие и закрепление академических и социально-личностных компетенций.

Основными задачами дисциплины являются: развитие студентами навыков самостоятельной работы в практике инженерных расчетов; освоение теоретического материала, который позволит заложить основу для изучения специальных дисциплин, содержащих прочностные расчеты; получение практических навыков расчета; ознакомление с современными подходами к расчету сложных систем, элементами рационального проектирования конструкций.

Требования к уровню освоения содержания учебной дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен закрепить и развить следующие академические (АК) и социально-личностные (СЛК) компетенции, предусмотренные в образовательном стандарте ОСВО 1-70 04 03-2013 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов»:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом;

АК-3. Владеть исследовательскими навыками;

АК-4. Уметь работать самостоятельно;

АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью);

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;

СЛК-1. Обладать качествами гражданственности;

СЛК-6. Уметь работать в команде.

В результате изучения дисциплины студент должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК), предусмотренными образовательным стандартом ОСВО 1-70 04 03-2013:

ПК-1. Применять современные методы возведения объектов, обеспечивающие высокий технико-экономический уровень выполнения строительных процессов;

ПК-4. На основе технической документации проводить монтажные и наладочные работы на строительных и водохозяйственных объектах;

ПК-6. Организовывать и проводить испытания сооружений и оборудования водохозяйственных систем;

ПК-7. Разрабатывать проекты инженерных систем, используя современные средства и технологии проектирования;

ПК-8. Разрабатывать конструкторскую документацию оборудования инженерных систем, используя современные средства и технологии конструирования.

Для приобретения профессиональных компетенций в результате изучения дисциплины «Строительная механика» студент должен:

знать:

- классификацию расчетных схем строительных сооружений;
- последовательность проведения кинематического анализа сооружений;
- основные понятия, гипотезы и допущения строительной механики;
- методы расчета строительных сооружений на прочность, жесткость и

устойчивость от действия нагрузок и других воздействий;

уметь:

- выполнять кинематический анализ расчетной схемы;
- выбирать метод расчета;
- определять усилия, вычислять перемещения от действующих на сооружение нагрузок;
- давать оценку прочности, жесткости и устойчивости сооружения;

владеть:

- методикой оценки прочности, жесткости и устойчивости сооружения.

Структура содержания учебной дисциплины

Содержание дисциплины представлено в виде разделов и тем, которые характеризуются относительно самостоятельными укрупненными дидактическими единицами содержания обучения. Освоение дисциплины базируется на компетенциях, приобретенных ранее студентами при изучении дисциплин «Теоретическая механика», «Сопротивление материалов», «Механика материалов», «Математика», а также отдельных разделов «Физики».

Форма получения высшего образования – дневная. Дисциплина изучается в 5 семестре.

В соответствии с учебным планом на изучение дисциплины для дневной формы специальности 1-70 04 03 отведено всего 130 часов, в том числе 48 аудиторных часов, из них лекции – 34 часа, практические занятия – 14 часов. Форма текущей аттестации – экзамен. Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Общие принципы и методы строительной механики

Тема 1. Задачи строительной механики и методы их решения

Краткий исторический очерк развития строительной механики. Строительная механика как наука, изучающая методы расчета на прочность, жесткость и устойчивость сооружений. Ее основные задачи и принципы. Связь с другими общеинженерными и специальными дисциплинами.

Гипотезы и допущения строительной механики. Основные уравнения строительной механики. Физические модели материалов. Классификация задач строительной механики. Нагрузки и воздействия на сооружения.

Тема 2. Расчетные схемы сооружений

Понятие о расчетной схеме сооружения. Многообразие расчетных схем, их зависимость от требуемой точности расчета, используемой вычислительной техники. Классификация сооружений и их расчетных схем.

Основные элементы сооружений: стержни, пластины, оболочки и массивные тела. Основные способы соединения элементов в единую систему и прикрепления сооружений к основанию. Связи, опоры, их типы.

Понятие о расчетах по деформированной и недеформированной схеме сооружения.

Тема 3. Анализ образования систем (сооружений)

Статический и кинематический анализ различных типов связей и опор. Образование систем (сооружений). Неизменяемые, изменяемые и мгновенно изменяемые системы. Число степеней свободы и число «лишних» связей систем. Геометрический (кинематический) анализ системы (сооружения). Условия геометрической неизменяемости стержневых систем. Условия статической определимости геометрически неизменяемых стержневых систем.

Раздел 2. Статически определимые системы

Тема 4. Расчет многопролетных балок

Расчет многопролетных шарнирных балок. Определение опорных реакций, внутренних сил, построение и контроль эпюр.

Тема 5. Расчет плоских балочных ферм

Понятие о ферме и особенностях ее работы при узловой нагрузке. Расчетные схемы ферм. Образование ферм. Классификация ферм. Определения усилий в стержнях фермы при неподвижной нагрузке.

Анализ продольных сил в стержнях некоторых простых балочных ферм при вертикальной нагрузке.

Тема 6. Определение перемещений и некоторые основные теоремы строительной механики

Перемещения и их обозначения. Работа внешних и внутренних сил. Теоремы о взаимности работ и взаимности перемещений.

Общий метод определения перемещений по формуле Максвелла-Мора и способы вычисления интегралов Мора.

Раздел 3. Статически неопределимые системы

Тема 7. Метод сил

Статическая неопределимость. Понятие об основных методах расчета статически неопределимых систем. Степень статической неопределимости. Сущность метода сил. Основная система метода сил. Канонические уравнения метода сил, проверка коэффициентов и свободных членов уравнений.

Общий алгоритм расчета статически неопределимых систем по методу сил (на примере плоских рам). Построение эпюр M , Q и N и их проверка.

Определение перемещений в статически неопределимых системах.

Тема 8. Метод перемещений

Сущность метода и основные допущения. Неизвестные и степень кинематической неопределимости системы. Основная система и канонические уравнения метода перемещений. Табличные значения реакций отдельного стержня. Теорема о взаимности реакций, ее использование при составлении уравнений.

Алгоритм расчета (на примере плоских стержневых систем). Способы определения единичных и грузовых реакций.

Раздел 4. Устойчивость сооружений

Тема 9. Методы исследования устойчивости упругих систем

Виды равновесия. Понятие критической нагрузки. Различные виды потери устойчивости деформируемых систем. Основные критерии и методы исследования устойчивости упругих систем: динамический, статический и энергетический.

Тема 10. Устойчивость прямых сжатых стержней и рам

Устойчивость систем с одной и несколькими степенями свободы. Задача Эйлера. Критическая сила при различных закреплениях стержня.

Основные допущения при расчете рам на устойчивость. Последовательность расчета рамы методом перемещений на устойчивость.

Тема 11. Направления развития динамики и устойчивости сооружений

Обзор современных направлений развития динамики и устойчивости сооружений. Понятие о динамической устойчивости упругих систем. Автоколебания и аэроупругие колебания в задачах динамики мостовых и строительных конструкций.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА (ДНЕВНАЯ ФОРМА)

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов		Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		лекции	практические занятия			
1.	Раздел 1. Общие принципы и методы строительной механики (12 ч.)	8	4			
1.1	Тема 1. Задачи строительной механики и методы их решения (2 ч.)	2				
1.1.1	Краткий исторический очерк развития строительной механики. Строительная механика как наука о расчете на прочность, жесткость и устойчивость сооружений. Ее основные задачи, принципы и методы. Связь с другими общетехническими и специальными дисциплинами. Гипотезы и допущения строительной механики. Основные уравнения строительной механики. Физические модели материалов. Классификация задач строительной механики. Нагрузки и их воздействия на сооружения.	2		Плакаты	[1-4]	
1.2	Тема 2. Расчетные схемы сооружений (2 ч.)	2				
1.2.1	Понятие о расчетной схеме сооружения. Многообразие расчетных схем, их зависимость от требуемой точности расчета, используемой вычислительной техники. Классификация сооружений и их расчетных схем. Основные элементы сооружений: стержни, пластины, оболочки и массивные тела. Основные способы соединения элементов в единую систему и крепления сооружений к основанию. Связи, опоры, их типы. Понятие о расчетах по деформированной и недеформированной схеме.	2		Плакаты	[1-4]	
1.3	Тема 3. Анализ образования систем (сооружений) (8 ч.)	4	4			

1. 3. 1	Статический и кинематический анализ различных типов связей и опор. Образование систем (сооружений). Неизменяемые, изменяемые и мгновенно изменяемые системы. Число степеней свободы и число «лишних» связей систем.	2	2	Плакаты	[1-4]	Индивидуальный опрос, самостоятельная работа студентов у доски
1. 3. 2	Геометрический (кинематический) анализ образования системы (сооружения). Условия геометрической неизменяемости стержневых систем. Условия статической определимости геометрически неизменяемых стержневых систем.	2	2			
2	Раздел 2. Статически определимые системы (10 ч.)	6	4			
2. 4	Тема 4. Расчет многопролетных балок (4 ч.)	2	2			
2. 4. 1	Расчет многопролетных шарнирных балок. Определение опорных реакций, внутренних сил, построение и контроль эпюр.	2	2	Плакаты	[1-5]	Индивидуальный опрос, самостоятельная работа студентов у доски
2. 5	Тема 5. Расчет плоских балочных ферм (4 ч.)	2	2			
2. 5. 1	Понятие о ферме и особенностях ее работы при узловой нагрузке. Расчетные схемы ферм. Образование ферм. Классификация ферм. Определения усилий в стержнях фермы при неподвижной нагрузке.	2	2	Плакаты	[1-4] [7]	Индивидуальный опрос, самостоятельная работа студентов у доски
2. 6	Тема 6. Определение перемещений и некоторые основные теоремы строительной механики (2 ч.)	2				
2. 6. 1	Перемещения и их обозначения. Действительная работа внешних и внутренних сил. Возможная работа. Теоремы о взаимности работ и взаимности перемещений. Общий метод определения перемещений по формуле Максвелла-Мора. Способы вычисления интегралов Мора. Перемещения от изменения температуры и смещений опор.	2		Плакаты	[1-4]	
3	Раздел 3. Статически неопределимые системы (20 ч.)	14	6			
3.	Тема 7. Метод сил (18 ч.)	1	6			

7		2				
3. 7. 1	Статическая неопределимость. Понятие об основных методах расчета статически неопределимых систем. Степень статической неопределимости.	2	2	Пла- каты	[1- 4]	Индивиду- альный опрос, са- мостоя- тельная работа студентов у доски
3. 7. 2	Сущность метода сил. Основная система метода сил. Канонические уравнения метода сил.	2				
3. 7. 3	Проверка коэффициентов и свободных членов уравнений метода сил	2				
3. 7. 4	Общий алгоритм расчета статически неопределимых систем по методу сил (на примере плоских рам).	2				
3. 7. 5	Построение эпюр M, Q и N и их проверки.	2	4			
3. 7. 6	Определение перемещений в статически неопределимых системах.	2				
3. 8	Тема 8. Метод перемещений (2 ч.)	2				
3. 8. 1	Сущность метода и основные допущения. Неизвестные и степень кинематической неопределимости системы. Основная система и канонические уравнения метода перемещений. Табличные значения реакций отдельного стержня. Теорема о взаимности реакций, ее использование при составлении уравнений. Алгоритм расчета (на примере плоских стержневых систем). Способы определения единичных и грузовых реакций.	2		Пла- каты	[1- 4]	
4	Раздел 4. Устойчивость сооруже- ний (6 ч.)	6				
4. 9	Тема 9. Методы исследования устойчи- вости упругих систем (2 ч.)	2				
4. 9. 1	Виды равновесия. Понятие критической нагрузки. Различные виды потери устойчивости деформируемых систем. Основные критерии и методы исследования устойчивости упругих систем: динамический, статический и энергетический.	2		Пла- каты	[1- 4]	
4. 10	Тема 10. Устойчивость прямых сжатых стержней и рам (2 ч.)	2				
4. 10 .1	Устойчивость систем с одной и несколькими степенями свободы. Задача Эйлера. Критическая сила при различных закреплениях стержня.	2		Пла- каты	[1- 4]	

4. 11	Тема 11. Направления развития динамики и устойчивости сооружений (2 ч.)	2				
4. 11 .1	Обзор современных направлений развития динамики и устойчивости сооружений. Понятие о динамической устойчивости упругих систем. Автоколебания и аэроупругие колебания в задачах динамики мостовых и строительных конструкций.	2				

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

КРИТЕРИИ ОЦЕНОК РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ СТУДЕНТОВ

Оценка учебных достижений студента производится по 10-балльной шкале.

10 баллов — десять: систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы; безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации.

9 баллов — девять: систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы.

8 баллов — восемь: систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы; использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы.

7 баллов — семь: систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; использование научной терминологии (в

том числе на иностранном языке), лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач.

6 баллов — шесть: достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы; использование необходимой научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы.

5 баллов — пять: достаточные знания в объеме учебной программы; использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы.

4 балла — четыре, ЗАЧТЕНО: достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач; умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи.

3 балла — три, НЕЗАЧТЕНО: недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта; знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными лингвистическими и логическими ошибками; слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач; неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой дисциплины; пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.

2 балла — два, НЕЗАЧТЕНО: фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта; знания отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины; неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых стилистических и логических ошибок; пассивность на практических и лабораторных занятиях.

1 балл — один, НЕЗАЧТЕНО: отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта или отказ от ответа.

Методы (технологии) обучения

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, реализуемые на практических занятиях и при самостоятельной работе.

Организация самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- управляемая самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуальных расчетных заданий с консультациями преподавателя;
- подготовка докладов по индивидуальным темам, в том числе с использованием научно-технической литературы;
- контролируемая самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения практических занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием.

Диагностика компетенций студентов

Оценка учебных достижений студента на экзамене производится по десятибалльной шкале.

Оценка промежуточных учебных достижений студентов осуществляется в соответствии с избранной кафедрой шкалой оценок (десятибалльной).

Для оценки достижений студентов используется следующий диагностический инструментарий (в скобках -какие компетенции проверяются):

выступление студента на конференции по подготовленному реферату (АК-1, АК-2, АК-3, АК-4, АК-5, АК-6, СЛК-1, СЛК-6, ПК-7, ПК-8);

проведение текущих контрольных опросов по отдельным темам (АК-1, АК-2, АК-4, АК-6);

защита выполненных на практических занятиях индивидуальных заданий (АК-1, АК-2, АК-3, АК-4, АК-5, АК-6, ПК-1);

тестовый контроль (АК-1, АК-2, АК-3, АК-4, АК-5, АК-6);

сдача экзамена по дисциплине (АК-1, АК-2, АК-3, АК-4, АК-5, АК-6, ПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8).

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Яровая, А. В. Строительная механика. Статика стержневых систем: учеб. пособие / А. В. Яровая; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2013. – 447 с.
2. Дарков, А. В. Шапошников Н. Н. Строительная механика: Учеб. для строит. спец. вузов. / А. В. Дарков, Н. Н. Шапошников / 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 607 с.
3. Довнар, Е. П. Строительная механика: Учебник для вузов по спец. «Стр-во». / Е. П. Довнар, Л. И. Коршун / Мн.: Высш. шк., 1986. – 310 с.
4. Леонтьев, Н. Н. Основы строительной механики стержневых систем: Учебник / Н. Н. Леонтьев, Д. Н. Соболев, А. А. Амосов / М.: Изд-во АСВ, 1996. – 541 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

5. Иванов, В. А. Расчет статически определимых балок: Пособие для студентов строительных специальностей вузов. / В. А. Иванов, А. В. Яровая / Гомель: БелГУТ, 2002. – 58 с.
6. Яровая, А. В. Трехшарнирные арочные системы: Пособие для студентов строительных специальностей вузов. / А. В. Яровая / Гомель: БелГУТ, 2003. – 55 с.
7. Леоненко, Д. В. Расчет плоских ферм: учебно-метод. пособие для студентов строительных специальностей / Д. В. Леоненко. – Гомель: УО «БелГУТ», 2006. – 57 с.