Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра строительного производства и экспертизы недвижимости

Составитель
А. Б. Сорокин

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Методические материалы

Рекомендованы учебно-методической комиссией
специальности 08.05.01 Строительство уникальных зданий
и сооружений,
в качестве электронного издания
для использования в образовательном процессе

Кемерово 2019

Рецензенты

Гилязидинова Н. В. – кандидат технических наук, профессор кафедры строительного производства и экспертизы недвижимости

Белова Е. М. – доцент кафедры строительного производства и экспертизы недвижимости

Сорокин Алексей Борисович

Строительная механика: методические материалы [электронный ресурс] для обучающихся специальности 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений, специализации Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений, всех форм обучения / сост.: А. Б. Сорокин; КузГТУ. – Кемерово, 2019.

В методических материалах представлено содержание практических занятий и самостоятельной работы для обучающихся специальности 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений, специализации Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений. Приводится перечень теоретических вопросов со ссылкой на источники информации.

© КузГТУ, 2019
© Сорокин А. Б.,
составление, 2019

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Цель проведения практических занятий – систематическое изучение дисциплины в течение семестра. К каждому практическому занятию студенты учат теоретический материал по учебникам и конспектам лекций. На занятии преподаватель раздает теоретические вопросы по теме практического занятия, контрольные задачи. Студент должен ответить на теоретические вопросы, разработать возможные алгоритмы решения задачи, выбрать оптимальные способы решения, выполнить расчет.

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1
«Расчет статически определимых рам»

Цель занятий*:* Научить студентов расчету статически определимых рам, строить эпюры.

В результате изучения материала студент должен:

1. Знать:

– алгоритм проведения расчета;

– порядок проверки статической определимости и геометрической неизменяемости рам;

– основные правила построения эпюр.

2. Уметь:

– правильно определять местоположения опасных сечений;

– строить эпюры изгибающих моментов и поперечных сил.

Контрольные вопросы

1. Что такое жесткий узел рамы?
2. Что такое шарнирный узел рамы?
3. Что показывает пунктирное волокно?
4. Основные правила принятия места положения пунктирного волокна.
5. Каков знак эпюры изгибающих моментов, если она расположена на пунктирном волокне?

6. Каков знак эпюры изгибающих моментов, если она расположена на сплошном волокне?

7. Каков знак эпюры поперечных сил, если она расположена на пунктирном волокне?

8. Каков знак эпюры поперечных сил, если она расположена на сплошном волокне?

9. Чем характерно сечение, в котором эпюра поперечных сил пересекает ось?

10. Каков принцип выбора опасных сечений в элементах рам?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2
«Многопролетные шарнирные балки»

Цель занятий*:* Научить студентов расчету многопролетных шарнирных балок, правилам постановки шарниров.

В результате изучения материала студент должен:

1. Знать:

– алгоритм проведения расчета;

– порядок проверки статической определимости и геометрической неизменяемости шарнирных балок;

– основные правила построения эпюр;

– правила постановки шарниров.

2. Уметь:

– выполнять кинематический анализ многопролетных шарнирных балок;

– строить эпюры внутренних усилий и определять опорные реакции в однопролетных балках;

– выполнять поэтажную схему;

– определять давление на нижерасположенные балки;

– правильно определять место положения опасных сечений. строить эпюры изгибающих моментов и поперечных сил

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой многопролетная шарнирная балка? Какие типы элементов различают в ней и как составляется ее поэтажная схема?

2. Каков порядок расчета многопролетной шарнирной балки?

3. Как проверить правильность нахождения опорных реакций?

4. Что такое изгибающий момент, поперечная и продольная силы?

5. Что представляют собой эпюры изгибающих моментов, поперечных и продольных сил и каждая ордината этих эпюр?

6. С какой стороны от оси стержня строят эпюру M?

7. Как строится эпюра Q по эпюре M, а эпюра N по эпюре Q?

8. Как определяют знаки для Q и N? Привести примеры.

9. По каким законам изменяются изгибающий момент и поперечная сила по длине оси стержня при отсутствии распределенной нагрузки?

10. Какой вид имеет эпюра изгибающих моментов на участках стержня, во всех сечениях которого поперечная сила равна нулю?

11. Чему равна поперечная сила в сечении стержня, в котором изгибающий момент достигает экстремального значения?

12. Как изменяются изгибающий момент и поперечная сила в сечении, в котором к стержню приложена внешняя сосредоточенная сила P, перпендикулярная к оси стержня? Привести примеры.

13. Как изменяются изгибающий момент и поперечная сила в сечении, в котором к стержню приложен внешний сосредоточенный момент m?

14. Чему равен момент в шарнире, если бесконечно близко от него не приложен внешний сосредоточенный момент m?

15. Чему равен суммарный момент для каждого узла балки?

16. В какую сторону обращена выпуклость эпюры M при действии распределенной нагрузки? Привести примеры.

17. Как определить экстремальное значение изгибающего момента?

18. Как построить эпюру Q на участке стержня, загруженного равномерно распределенной нагрузкой? Показать на примерах.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3
«Статически определимые плоские фермы»

Цель занятий*:* Научить студентов расчету статически определимых плоских ферм, реализовывать различные методы при расчете ферм.

В результате изучения материала студент должен:

1. Знать:

– алгоритм проведения расчета фермы;

– порядок проверки статической определимости и геометрической неизменяемости простейших ферм;

– основные методы и правила определения усилий в элементах ферм.

2. Уметь:

– выполнять кинематический анализ простейших ферм;

– реализовывать метод вырезания узлов при расчете ферм;

– реализовывать метод моментной точки при расчете ферм;

– реализовывать метод сечений при расчете ферм;

– реализовывать метод замкнутого сечения при расчете ферм;

– реализовывать метод замены стержня при расчете сложных ферм.

Контрольные вопросы

1. Что такое ферма? Какие усилия возникают в стержнях ферм и почему?

2. Как определяются реакции в балочной ферме?

3. Какие элементы различают в фермах?

4. Что называется моментной точкой? Привести примеры.

5. Когда для определения усилий в элементах ферм рационально применять способ моментной точки?

6. В чем идея этого способа моментной точки?

7. Когда и как применяется способ вырезания узлов? В чем достоинства и недостатки его? Привести примеры.

8. Какие стержни называются нулевыми? Приведите частные случаи равновесия узлов.

9. Когда рационально находить усилия способом проекции? В чем его сущность?

10. Что представляет собой шпренгельная ферма? С какой целью применяют фермочки-шпренгели? Приведите примеры.

11. Чем отличается работа двухъярусных шпренгелей от работы одноярусных?

12. На какие категории (типы) по характеру работы делятся стержни шпренгельных ферм?

13. Какие приемы используют при вычислении усилий в стержнях различных категорий шпренгельных ферм?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4
«Определение перемещений в статически определимых системах»

Цель занятий*:* Научить студентов определению перемещений в статически определимых системах, построению эпюр.

В результате изучения материала студент должен:

1. Знать интеграл Мора для определения перемещений, правило Верещагина для перемножения эпюр.

2. Уметь:

– строить грузовые и единичные эпюры изгибающих моментов;

– выделять участки эпюр для их перемножения;

– реализовывать правило перемножения эпюр.

Контрольные вопросы

1. Что называется перемещением точки?

2. Для чего необходимо знать величину перемещения?

3. Какова зависимость между перемещением и нагрузкой для линейно деформируемых систем?

4. Каков порядок составления интеграла Мора?

5. Каков порядок вывода формулы для действительной работы внутренних сил?

6. Как выражается действительная работа внешних сил через внутренние усилия?

7. Приведите формулу для возможной работы внутренних сил?

8. Как формулируется теорема Бетти о взаимности работ? Приведите доказательства этой теоремы.

9. Как формулируется теорема Максвелла о взаимности единичных перемещений? Приведите доказательство.

10. Как определяется размерность перемещений? Приведите пример.

11. Как производится перемножение эпюр по правилу Верещагина?

12. Можно ли перемножить по правилу Верещагина две полигональные эпюры, не разбивая их на простейшие?

13. Приведите в общем виде формулу Максвелла–Мора для определения перемещений. Поясните физический смысл каждого коэффициента, входящего в формулу.

14. Как записывается формула Максвелла–Мора при вычислении перемещений в балках и рамах от силового воздействия?

15. Какой вид принимает формула Максвелла–Мора при вычислении перемещений в фермах от силового воздействия?

16. Какова последовательность действий при вычислении линейных и угловых перемещений от силовой нагрузки?

17. По какой формуле вычисляется полное перемещение точки сооружения?

18. Как определяются взаимные линейные перемещения каких-либо двух точек сооружения, а также взаимные угловые перемещения каких-либо двух сечений?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 5
«Расчет статически неопределимых рам методом сил»

Цель занятий*:* Научить студентов расчету статически неопределимых рам методом сил, правилам построения эпюр.

В результате изучения материала студент должен:

1. Знать:

– признаки статически неопределимых систем;

– правило оценки степени статической неопределимости;

– правила построения грузовых и единичных эпюр изгибающих моментов;

– правила перемножения эпюр.

2. Уметь:

– определять степень статической неопределимости;

– строить грузовые и единичные эпюры изгибающих моментов;

– составлять канонические уравнения;

– определять коэффициенты канонических уравнений;

– использовать принцип независимости действия сил при построении окончательных эпюр.

Контрольные вопросы

1. Какая система называется статически неопределимой?

2. Что называется степенью статической неопределимости рам и как она связана с числом степеней свободы?

3. Каковы основные свойства статически неопределимых рам?

4. Что принимается в качестве неизвестных метода сил?

5. Какова основная идея метода силы?

6. Что представляет собой основная система метода сил?

7. Каковы основные требования, предъявляемые к основной системе?

8. Что следует понимать под рациональным выбором основной системы?

9. Какие системы называются симметричными и какую основную систему целесообразно выбирать при их расчете?

10. Что означают величины X_i, δ_{ik}, δ_{ii}, Δ_{ip}?

11. Каков физический смысл произведений $\delta_{11}X_1$, $\delta_{12}X_2\ldots$?

12. Каков физический смысл каждого из канонических уравнений?

13. Как строятся окончательные эпюры M, Q, N после определения лишних неизвестных?

14. Как производится статическая проверка окончательных эпюр M, Q, N?

15. На чем основана и как производятся кинематическая (деформационная) проверка окончательной эпюры изгибающих моментов?

16. Какова последовательность расчета статически неопределимых систем методом сил?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 6
«Практическое применение методов упрощения в решении рам методом сил»

Цель занятий*:* Научить студентов практическому применению методов упрощения в решении рам методом сил, использовать принцип независимости действия сил при построении окончательных эпюр.

В результате изучения материала студент должен:

1. Знать:

– понятие симметричной и кососимметричной систем;

– метод оптимального выбора основной системы;

– метод абсолютно жестких консолей;

– метод группировки неизвестных.

2. Уметь:

– составлять основную и эквивалентную системы;

– преобразовывать заданную нагрузку в виде групп: симметричной и кососимметричной;

– составлять канонические уравнения;

– определять коэффициенты канонических уравнений;

– использовать принцип независимости действия сил при построении окончательных эпюр.

Контрольные вопросы

1. В каких основных системах неизвестные можно называть симметричными и кососимметричными?

2. Как называются неизвестные, расположенные на оси симметрии основной системы?

3. Какими будут эпюры M, Q, N в симметричных системах от симметричного воздействия?

4. Какими будут эпюры M, Q, N от кососимметричного внешнего воздействия?

5. Когда и как применяется группировка неизвестных?

6. Запишите систему канонических уравнений метода сил.

7. Что означают величины X_i, δ_{ik}, δ_{ii}, Δ_{ip}?

8. Каков физический смысл произведений $\delta_{11}X_1$, $\delta_{12}X_2$…?

9. Каков физический смысл каждого из канонических уравнений?

10. Как вычисляют коэффициенты при неизвестных и свободные члены при расчете рам?

11. Как определяются значения неизвестных X_i?

12. Что происходит с системой канонических уравнений, если одна часть неизвестных является симметричной, а другая – кососимметричной?

13. Как строятся окончательные эпюры M, Q, N после определения лишних неизвестных?

14. Как производится статическая проверка окончательных эпюр M, Q, N?

15. Какие преимущества дает выбор симметричной основной системы при расчете на: а) произвольную; б) симметричную; в) кососимметричную нагрузки?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 7
«Расчет статически неопределимых рам методом перемещений»

Цель занятий*:* Научить студентов расчету статически неопределимых рам методом перемещений, использовать принцип независимости действия сил при построении окончательных эпюр.

В результате изучения материала студент должен:

1. Знать:

– порядок формирования таблиц стандартных решений;

– сущность кинематической неопределимости;

– правила построения эпюр изгибающих моментов по таблицам стандартных решений.

2. Уметь:

– определять степень кинематической неопределимости;

– составлять основную и эквивалентную системы метода перемещений;

– составлять канонические уравнения метода перемещений;

– определять угловые и линейные реакции в веденных связях;

– использовать принцип независимости действия сил при построении окончательных эпюр.

Контрольные вопросы

1. Что такое степень кинематической неопределимости?
2. Что принимают за неизвестные метода перемещений?
3. Как образуется основная система метода перемещений?
4. Запишите систему канонических уравнений метода перемещений.
5. Что означают величины Z_i, r_{ik}, r_{ii}, R_{ip}?
6. Каков физический смысл произведений $r_{11}Z_1$, $r_{12}Z_2$…?
7. Каким образом строят единичные и грузовые эпюры изгибающих моментов в основной системе?
8. Как определяются значения неизвестных Z_i?
9. Что можно сказать о равновесии узлов в единичных эпюрах моментов?
10. Каким образом строят эпюры внутренних усилий после определения неизвестных?
11. Как производится проверка правильности выполненного расчета заданной системы методом перемещений?
12. Какова последовательность расчета статически неопределимых систем методом перемещений?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 8
«Смешанный и комбинированный методы»

Цель занятий*:* Научить студентов расчету смешанным и комбинированным методам расчета, определять степень статической и кинематической неопределимости.

В результате изучения материала студент должен:

1. Знать:

– метод сил;

– метод перемещений.

2. Уметь:

– определять степень статической и кинематической неопределимости;

– составлять основную и эквивалентную систему;

– составлять комбинированные канонические уравнения;
– определять угловые и линейные реакции в веденных связях;
– определять усилия в условно отбрасываемых связях.

Контрольные вопросы

1. Как вычислить суммарную неопределимость системы, решаемой смешанным методом?

2. Как определить часть системы, в которой требуется введение дополнительных связей?

3. Как определить часть системы, из которой требуется удалить связи?

4. Каков принцип составления канонических уравнений смешанного метода?

5. Что принимают за неизвестные смешанного метода?

6. Как образуется основная система смешанного метода?

7. Запишите систему канонических уравнений смешанного метода.

8. Что означают величины Z_i, r_{ik}, r_{ii}, R_{ip} смешанного метода?

9. Каким образом строят единичные и грузовые эпюры изгибающих моментов в основной системе смешанного метода?

10. Как определяются значения неизвестных Z_i?

11. Что можно сказать о равновесии узлов в единичных эпюрах моментов?

12. Каким образом строят эпюры внутренних усилий после определения неизвестных смешанного метода?

13. Каким образом строят эпюры внутренних усилий после определения неизвестных комбинированного метода?

14. Как производится проверка правильности выполненного расчета заданной системы смешанным методом?

15. Как производится проверка правильности выполненного расчета заданной системы комбинированным методом?

16. Какова последовательность расчета статически неопределимых систем смешанным методом?

17. Какова последовательность расчета статически неопределимых систем комбинированным методом?

3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Цель самостоятельной работы студентов – систематическое изучение дисциплины в течение семестра. Самостоятельная работа студента – это способ деятельности студента во внеаудиторное время. К каждому самостоятельному занятию студенты изучат теоретический материал по учебникам и конспектам лекций.

3.1. СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Текущий контроль

1.1. Оценочные средства при текущей аттестации

Текущий контроль проводится по разделам дисциплины в виде письменного опроса лекционных и практических занятиях.

Студенты получают от преподавателя три вопроса и готовятся к письменному ответу.

Для текущего контроля знаний студентов разработаны контрольные вопросы.

Текущий опрос Т1

1. Что понимают под расчетной схемой сооружения? Какими соображениями руководствуются при ее выборе?
2. Что называется степенью свободы плоской стержневой системы?
3. Какая система называется геометрически неизменяемой?
4. Какая система называется геометрически изменяемой?
5. Что такое мгновенно изменяемая система?
6. Что понимают под определением «диск»?
7. Дайте определение кинематической связи.
8. Какие типы опор применяются для закрепления стержневой системы с основанием и каковы их кинематические и статические свойства?
9. Что такое сложный шарнир? Как определяется число простых шарниров?
10. Что понимают под узлом шарнирно-стержневой системы?

11. Какое необходимое, но достаточное условие является признаком геометрической неизменяемости системы?

12. В каких случаях и почему для суждения о неизменяемости и неподвижности сооружения необходимо произвести анализ его геометрической структуры?

13. Перечислите основные способы образования геометрически неизменяемых систем. Приведите примеры.

14. Назовите статические признаки мгновенной изменяемости сооружения.

15. Каковы кинематические признаки мгновенной изменяемости сооружения?

16. Почему мгновенно изменяемые сооружения не применяют в практике строительства?

17. Что понимают под лишними связями системы?

18. Приведите формулы для определения числа лишних связей (степени статической неопределимости) системы.

19. Каким образом из статически неопределимой системы можно получить статически определимую систему?

20. Перечислите основные свойства статически определимых систем.

21. Какие уравнения используются для определения значений опорных реакций?

Текущий опрос Т2

22. Как определяются опорные реакции в простых рамах? Показать пример.

23. Как проверить правильность нахождения опорных реакций?

24. Что такое изгибающий момент, поперечная и продольная силы?

25. Что представляют собой эпюры изгибающих моментов, поперечных и продольных сил и каждая ордината этих эпюр?

26. С какой стороны от оси стержня строят эпюру M?

27. Как строится эпюра Q по эпюре M, а эпюра N по эпюре Q?

28. Как определяют знаки для Q и N? Привести примеры.

29. По каким законам изменяются изгибающий момент и поперечная сила по длине оси стержня при отсутствии распределенной нагрузки?

30. Какой вид имеет эпюра изгибающих моментов на участках стержня, во всех сечениях которого поперечная сила равна нулю?

31. Чему равна поперечная сила в сечении стержня, в котором изгибающий момент достигает экстремального значения?

32. Как изменяются изгибающий момент и поперечная сила в сечении, в котором к стержню приложена внешняя сосредоточенная сила P, перпендикулярная к оси стержня? Привести примеры.

33. Как изменяются изгибающий момент и поперечная сила в сечении, в котором к стержню приложен внешний сосредоточенный момент m?

Текущий опрос Т3

34. Чему равен момент в шарнире, если бесконечно близко от него не приложен внешний сосредоточенный момент m?

35. Чему равен суммарный момент для каждого узла рамы (балки)?

36. В какую сторону обращена выпуклость эпюры M при действии распределенной нагрузки? Привести примеры.

37. Как определить экстремальное значение изгибающего момента?

38. Как построить эпюру Q на участке стержня, загруженного равномерно распределенной нагрузкой? Показать на примерах.

39. Каков порядок расчета составной рамы?

40. Чему равна горизонтальная опорная реакция горизонтальной балки при вертикальной нагрузке?

41. Что представляет собой многопролетная шарнирная балка? Какие типы элементов различают в ней, и как составляется ее поэтажная схема?

42. Каков порядок расчета многопролетной шарнирной балки?

43. Что такое линия влияния (ЛВ)?

44. Как строится ЛВ опорной реакции?

45. Как строится ЛВ изгибающего момента M и поперечной силы Q, определенном в сечении?

46. Как определить значение опорной реакции, момента и поперечной силы по ЛВ?

Текущий опрос Т4

47. Что такое ферма? Какие усилия появляются в стержнях ферм и почему? Как определяются реакции в балочной ферме?

48. Какие элементы различают в фермах?

49. Что называется моментной точкой? Привести примеры.

50. Когда для определения усилий в фермах (реакций в рамах) рационально применять способ моментной точки? В чем идея этого способа? Привести примеры.

51. Когда и как применяется способ вырезания узлов? В чем достоинства и недостатки его? Привести примеры.

52. Какие стержни называются нулевыми? Приведите частные случаи равновесия узлов.

53. Когда рационально находить усилия способом проекции? В чем его сущность?

Текущий опрос Т5

54. Что такое степень статической неопределимости?

55. Основные способы определения степени статической неопределимости.

56. Особенности работы статически неопределимых систем.

57. Преимущества статически неопределимых систем.

58. Недостатки статически неопределимых систем.

59. Как определяется работа внешних сил при неизменных во времени силах?

60. Как определяется работа внешних сил при изменении величин сил от нуля до максимальных значений?

61. Вывод аналитической зависимости для определения работы внешних сил при их изменении от нуля до максимального значения.

62. Формулировка теоремы о взаимности работ.

63. Доказательство теоремы о взаимности работ.

64. Формулировка теоремы о взаимности перемещений.

65. Доказательство теоремы о взаимности перемещений.

66. Принятые обозначения величин перемещений.

67. Сущность первого индекса знака перемещения.

68. Сущность второго индекса знака перемещения.

69. Метод Верещагина (перемножения эпюр) для определения перемещений.

70. Доказательство правомерности определения перемещений перемножением эпюр.

71. Основной принцип разбиения эпюр на участки при перемножении эпюр.

72. Разбиение сложных площадей на сумму простых при перемножении эпюр.

Текущий опрос Т6

73. Сущность метода сил.

74. Что называют основной системой метода сил?

75. Основные способы и приемы в выборе основной системы.

76. Требования, предъявляемые к основной системе.

77. Что называют эквивалентной системой метода сил?

77. Требования, предъявляемые к эквивалентной системе.

78. Что такое каноническое уравнение метода сил?

79. Что отрицают канонические уравнения метода сил?

80. Чем определяется количество канонических уравнений метода сил?

81. Какой физической величиной является каждое из слагаемых канонического уравнения метода сил?

82. Чем определяется количество слагаемых в канонических уравнениях метода сил?

83. Куда и какие усилия прикладывают к системе при построении единичных эпюр?

84. Сущность деформационной проверки.

85. Порядок выполнения деформационной проверки.

Текущий опрос Т7

86. Сущность метода абсолютно жестких консолей.

87. Сущность метода группировки неизвестных.

88. Использование симметрии и косой симметрии в решении задач методом сил.

89. Разложение заданной нагрузки на симметричную и кососимметричную.

90. Сущность метода перемещений.

91. Что такое степень кинематической неопределимости?

92. Как определяется степень кинематической неопределимости?

93. Что называют основной системой метода перемещений?

94. Требования, предъявляемые к основной системе.

95. Что называют эквивалентной системой метода перемещений?

96. Требования, предъявляемые к эквивалентной системе.

97. Что такое каноническое уравнение метода перемещений?

98. Что отрицают канонические уравнения метода перемещений?

99. Чем определяется количество канонических уравнений метода перемещений?

100. Какой физической величиной является каждое из слагаемых канонического уравнения метода перемещений?

101. Чем определяется количество слагаемых в канонических уравнениях метода перемещений?

102. Как определяют реакции в веденных угловых связях?

103. Как определяют реакции в веденных линейных связях?

104. Основные принципы построения окончательной эпюры моментов.

Текущий опрос Т8

105. Сущность комбинированного метода в решении статически неопределимых систем.

106. Основные принципы разложения заданной нагрузки на симметричную и кососимметричную.

107. Основные компоненты, из которых складывается окончательная эпюра моментов.

108. Основное условие для возможности использования комбинированного метода.

109. Сущность смешанного метода.

110. Как образуется основная система смешанного метода?

111. Требования, предъявляемые к основной системе смешанного метода.

112. Что называют эквивалентной системой смешанного метода?

113. Требования, предъявляемые к эквивалентной системе смешанного метода.

114. Что представляют собой канонические уравнения смешанного метода?

115. Что отрицают канонические уравнения смешанного метода?

116. Чем определяется количество канонических уравнений смешанного метода?

117. Какой физической величиной является каждое из слагаемых канонического уравнения смешанного метода?

118. Чем определяется количество слагаемых в канонических уравнениях смешанного метода?

119. Как определяют реакции в веденных угловых связях при решении систем смешанным методом?

120. Как определяют реакции в веденных линейных связях при решении систем смешанным методом?

121. Как определяют перемещения по направлению отброшенных связей при решении систем смешанным методом?

122. Основные принципы построения окончательной эпюры моментов в смешанном методе.

Для текущей аттестации данной дисциплины разработаны тестовые задания (не менее 100), которые размещены в электронной информационной образовательной среде (Moodle).

1.2. Оценочные средства при выполнении расчетно-графических работ

Расчетно-графические работы разрабатываются в объеме расчета по заданию и состоят из расчетно-графического материала, выполненного на листах формата А-3.

Контроль за выполнением расчетно-графических работ ведет преподаватель дисциплины в соответствии с графиком, представленным в табл. 1.

Таблица 1

График текущего контроля выполнения
расчетно-графической работы

Содержание работ
5 семестр
Расчет статически определимой рамы
Расчет многопролетной шарнирной балки
6 семестр
Расчет статически неопределимой рамы методом сил
Расчет статически неопределимой рамы методом перемещений

2. Промежуточная аттестация

2.1. Оценочные средства при промежуточной аттестации (***зачет***).

Семестр 5

На зачет выносятся вопросы, при ответе на которые студент демонстрирует свои знания и (или) умения по обозначенным компетенциям в рабочей программе.

Во время зачета студенту необходимо ответить на три вопроса.

Вопросы для подготовки к зачету

1. Что понимают под расчетной схемой сооружения? Какими соображениями руководствуются при ее выборе?
2. Что называется степенью свободы плоской стержневой системы?
3. Какая система называется геометрически неизменяемой?
4. Какая система называется геометрически изменяемой?
5. Что такое мгновенно изменяемая система?
6. Что понимают под определением «диск»?
7. Дайте определение кинематической связи.

8. Какие типы опор применяются для закрепления стержневой системы с основанием и каковы их кинематические и статические свойства?

9. Что такое сложный шарнир? Как определяется число простых шарниров?

10. Что понимают под узлом шарнирно-стержневой системы?

11. Какое необходимое, но достаточное условие является признаком геометрической неизменяемости системы?

12. В каких случаях и почему для суждения о неизменяемости и неподвижности сооружения необходимо произвести анализ его геометрической структуры?

13. Перечислите основные способы образования геометрически неизменяемых систем. Приведите примеры.

14. Назовите статические признаки мгновенной изменяемости сооружения.

15. Каковы кинематические признаки мгновенной изменяемости сооружения?

16. Почему мгновенно изменяемые сооружения не применяют в практике строительства?

17. Что понимают под лишними связями системы?

18. Приведите формулы для определения числа лишних связей (степени статической неопределимости) системы.

19. Каким образом из статически неопределимой системы можно получить статически определимую систему?

20. Перечислите основные свойства статически определимых систем.

21. Какие уравнения используются для определения значений опорных реакций?

22. Как определяются опорные реакции в простых рамах? Показать пример.

23. Как проверить правильность нахождения опорных реакций?

24. Что такое изгибающий момент, поперечная и продольная силы?

25. Что представляют собой эпюры изгибающих моментов, поперечных и продольных сил и каждая ордината этих эпюр?

26. С какой стороны от оси стержня строят эпюру M?

27. Как строится эпюра Q по эпюре M, а эпюра N по эпюре Q?

28. Как определяют знаки для Q и N? Привести примеры.

29. По каким законам изменяются изгибающий момент и поперечная сила по длине оси стержня при отсутствии распределенной нагрузки?

30. Какой вид имеет эпюра изгибающих моментов на участках стержня, во всех сечениях которого поперечная сила равна нулю?

31. Чему равна поперечная сила в сечении стержня, в котором изгибающий момент достигает экстремального значения?

32. Как изменяются изгибающий момент и поперечная сила в сечении, в котором к стержню приложена внешняя сосредоточенная сила P, перпендикулярная к оси стержня? Привести примеры.

33. Как изменяются изгибающий момент и поперечная сила в сечении, в котором к стержню приложен внешний сосредоточенный момент m?

34. Чему равен момент в шарнире, если бесконечно близко от него не приложен внешний сосредоточенный момент m?

35. Чему равен суммарный момент для каждого узла рамы (балки)?

36. В какую сторону обращена выпуклость эпюры M при действии распределенной нагрузки? Привести примеры.

37. Как определить экстремальное значение изгибающего момента?

38. Как построить эпюру Q на участке стержня, загруженного равномерно распределенной нагрузкой? Показать на примерах.

39. Каков порядок расчета составной рамы?

40. Чему равна горизонтальная опорная реакция горизонтальной балки при вертикальной нагрузке?

41. Что представляет собой многопролетная шарнирная балка? Какие типы элементов различают в ней, и как составляется ее поэтажная схема?

42. Каков порядок расчета многопролетной шарнирной балки?

43. Что такое линия влияния (ЛВ)?

44. Как строится ЛВ опорной реакции?

45. Как строится ЛВ изгибающего момента M и поперечной силы Q, определенном в сечении?

46. Как определить значение опорной реакции, момента и поперечной силы по ЛВ?

47. Что такое ферма? Какие усилия появляются в стержнях ферм и почему? Как определяются реакции в балочной ферме?

48. Какие элементы различают в фермах?

49. Что называется моментной точкой? Привести примеры.

50. Когда для определения усилий в фермах (реакций в рамах) рационально применять способ моментной точки? В чем идея этого способа? Привести примеры.

51. Когда и как применяется способ вырезания узлов? В чем достоинства и недостатки его? Привести примеры.

52. Какие стержни называются нулевыми? Приведите частные случаи равновесия узлов.

53. Когда рационально находить усилия способом проекции? В чем его сущность?

2.2. Оценочные средства при промежуточной аттестации (***экзамен***).

Семестр 6

На экзамен выносятся вопросы, при ответе на которые студент демонстрирует свои знания и (или) умения по обозначенным компетенциям в рабочей программе.

Во время экзамена студенту необходимо ответить на три вопроса.

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Что такое степень статической неопределимости?

2. Основные способы определения степени статической неопределимости.

3. Особенности работы статически неопределимых систем.

4. Преимущества статически неопределимых систем.

5. Недостатки статически неопределимых систем.

6. Как определяется работа внешних сил при неизменных во времени силах?

7. Как определяется работа внешних сил при изменении величин сил от нуля до максимальных значений?

8. Вывод аналитической зависимости для определения работы внешних сил при их изменении от нуля до максимального значения.

9. Формулировка теоремы о взаимности работ.

10. Доказательство теоремы о взаимности работ.

11. Формулировка теоремы о взаимности перемещений.

12. Доказательство теоремы о взаимности перемещений.

13. Принятые обозначения величин перемещений.

14. Сущность первого индекса знака перемещения.

15. Сущность второго индекса знака перемещения.

16. Метод Верещагина (перемножения эпюр) для определения перемещений.

17. Доказательство правомерности определения перемещений перемножением эпюр.

18. Основной принцип разбиения эпюр на участки при перемножении эпюр.

19. Разбиение сложных площадей на сумму простых при перемножении эпюр.

20. Сущность метода сил.

21. Что называют основной системой метода сил?

22. Основные способы и приемы в выборе основной системы.

23. Требования, предъявляемые к основной системе.

24. Что называют эквивалентной системой метода сил?

25. Требования, предъявляемые к эквивалентной системе.

26. Что такое каноническое уравнение метода сил?

27. Что отрицают канонические уравнения метода сил?

28. Чем определяется количество канонических уравнений метода сил?

29. Какой физической величиной является каждое из слагаемых канонического уравнения метода сил?

30. Чем определяется количество слагаемых в канонических уравнениях метода сил?

31. Куда и какие усилия прикладывают к системе при построении единичных эпюр?

32. Сущность деформационной проверки.

33. Порядок выполнения деформационной проверки.

34. Сущность метода абсолютно жестких консолей.

35. Сущность метода группировки неизвестных.

36. Использование симметрии и косой симметрии в решении задач методом сил.

37. Разложение заданной нагрузки на симметричную и кососимметричную.

38. Сущность метода перемещений.

39. Что такое степень кинематической неопределимости?

40. Как определяется степень кинематической неопределимости?

41. Что называют основной системой метода перемещений?

42. Требования, предъявляемые к основной системе.

43. Что называют эквивалентной системой метода перемещений?

44. Требования, предъявляемые к эквивалентной системе.

45. Что такое каноническое уравнение метода перемещений?

46. Что отрицают канонические уравнения метода перемещений?

47. Чем определяется количество канонических уравнений метода перемещений?

48. Какой физической величиной является каждое из слагаемых канонического уравнения метода перемещений?

49. Чем определяется количество слагаемых в канонических уравнениях метода перемещений?

50. Как определяют реакции в веденных угловых связях?

51. Как определяют реакции в веденных линейных связях?

52. Основные принципы построения окончательной эпюры моментов.

53. Сущность комбинированного метода в решении статически неопределимых систем.

54. Основные принципы разложения заданной нагрузки на симметричную и кососимметричную.

55. Основные компоненты, из которых складывается окончательная эпюра моментов.

56. Основное условие для возможности использования комбинированного метода.

57. Сущность смешанного метода.

58. Как образуется основная система смешанного метода?

59. Требования, предъявляемые к основной системе смешанного метода.

60. Что называют эквивалентной системой смешанного метода?

61. Требования, предъявляемые к эквивалентной системе смешанного метода.

62. Что представляют собой канонические уравнения смешанного метода?

63. Что отрицают канонические уравнения смешанного метода?

64. Чем определяется количество канонических уравнений смешанного метода?

65. Какой физической величиной является каждое из слагаемых канонического уравнения смешанного метода?

66. Чем определяется количество слагаемых в канонических уравнениях смешанного метода?

67. Как определяют реакции в веденных угловых связях при решении систем смешанным методом?

68. Как определяют реакции в веденных линейных связях при решении систем смешанным методом?

69. Как определяют перемещения по направлению отброшенных связей при решении систем смешанным методом?

70. Основные принципы построения окончательной эпюры моментов в смешанном методе.

4. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Дарков, А. В. Строительная механика : учебник [для студентов строительных специальностей вузов] / А. В. Дарков, Н. Н. Шапошников. – 11-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2008. – 656 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 9785811405763. –Текст : непосредственный.

2. Анохин, Н. Н. Строительная механика в примерах и задачах. Ч. 1. Статически определимые системы : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по строительным специально-

стям / Н. Н. Анохин. – 2-е изд., доп. и перераб. – Москва : Издательство Ассоциации Строительных Вузов, 2007. – 335 с. – ISBN 5930930244. – Текст : непосредственный.

3. Анохин, Н. Н. Строительная механика в примерах и задачах Ч. 2. Статически неопределимые системы : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по строительным специальностям / Н. Н. Анохин. – 2-е изд., доп. и перераб. – Москва : Издательство Ассоциации Строительных Вузов, 2007. – 464 с. – ISBN 5930930244. – Текст : непосредственный.

4. Шапошников, Н. Н. Строительная механика : учебник для бакалавров, магистров и аспирантов строительной механики / Н. Н. Шапошников, Р. Е. Кристалинский, А. В. Дарков ; под общ. ред. Н. Н. Шапошникова. – 13-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2017. – 692 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 9785811405763. – URL: https://e.lanbook.com/book/90148#authors. – Текст : непосредственный + электронный.

5. Кристалинский, Р. Е. Решение вариационных задач строительной механики в системе Mathematica: учебное пособие / Р. Е. Кристалинский, Н. Н. Шапошников. – Санкт-Петербург : Лань, 2010. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=211

Дополнительная литература

1. Саргсян, А. Е. Строительная механика. Механика инженерных конструкций : учебник для техн. специальностей вузов / А. Е. Саргсян.– Москва : Высш. шк., 2004. – 462 с. – ISBN 5060044408. – Текст : непосредственный.

2. Нелинейная строительная механика стержневых систем: Основы теории. Примеры расчета : учебное пособие / В. А. Игнатьев, А. В. Игнатьев, В. В. Галишникова, Е. В. Онищенко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет. – Волгоград : Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. – 98 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: –

URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=434821 (дата обращения: 29.11.2019). – Библиогр. в кн. – ISBN 987-5-98276-724-0. – Текст : электронный.

3. Снитко, Н. К. Строительная механика : учебник для студентов строительных специальностей вузов / Н. К. Снитко. – 3-е изд., перераб. – Москва : Высшая школа, 1980. – 431 с. – Текст : непосредственный.

Программное обеспечение и интернет-ресурсы

1. http://e.lanbook.com/.
2. https://library.kuzstu.ru/
3. Информационная система «Консультант Плюс».