

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»
Кафедра строительного производства и экспертизы недвижимости

А. Б. Сорокин

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Методические указания к практическим занятиям

Рекомендовано учебно-методической комиссией для подготовки бакалавров направления 270800.62 «Строительство» в качестве электронного издания для использования в учебном процессе

Кемерово 2013

Рецензент

Покатилов А.В., к.т.н., доцент, заведующий кафедрой строительных конструкций, водоснабжения и водоотведения КузГТУ

Сорокин Алексей Борисович Строительная механика: метод. указания к практическим занятиям [Электронный ресурс]: для студентов по направлению подготовки бакалавров 270800.62 «Строительство», профиль «Промышленное и гражданское строительство», очной формы обучения. – Электрон. дан. – Кемерово: КузГТУ, 2013. – Систем. требования: Pentium IV; ОЗУ 8 Мб; Windows 95; мышь. – Загл. с экрана.

В методических указаниях представлено содержание практических занятий для студентов-бакалавров. Приводится перечень практических занятий и их содержание для изучения теоретических вопросов со ссылкой на источники информации.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Дисциплина «Строительная механика» изучается студентами-бакалаврами направления 270800.62 «Строительство» профиля «Промышленное и гражданское строительство» в течение двух семестров.

На дисциплину отводится 5 ЗЕ. Всего часов 144, лекции 34 часа, практических занятий 34 часа, самостоятельной работы 76 часов.

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.

Студент должен владеть практическими навыками определения усилий в сечениях элементов строительных систем, уметь оценить правильность решения поставленных задач.

Освоение дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций.

Общекультурных компетенций:

ОК-6. Стремление к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

– основные психические функции и их физиологические механизмы, соотношение природных и социальных факторов в становлении психики, значение воли и эмоций, потребностей и мотивов, а также бессознательных механизмов в поведении человека.

Уметь:

– самостоятельно вести анализ и осмысление принципиальных вопросов мировоззрения, постоянно находившихся в поле внимания философов, и общественных деятелей.

Владеть:

- способами и приемами деловых коммуникаций в профессиональной сфере;

- технологиями командной работы.

ОК-8. Осознание социальной значимости своей будущей профессии, обладание высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные психические функции и их физиологические механизмы, соотношение природных и социальных факторов в становлении психики, значение воли и эмоций, потребностей и мотивов, а также бессознательных механизмов в поведении человека.

Уметь:

- самостоятельно вести анализ и осмысление принципиальных вопросов мировоззрения, постоянно находившихся в поле внимания философов, и общественных деятелей.

Владеть:

- способами и приемами деловых коммуникаций в профессиональной сфере;

- технологиями командной работы.

Общепрофессиональные компетенции:

ПК-1. Использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применение методов математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- фундаментальные основы высшей математики, включая алгебру, геометрию, математический анализ, теорию вероятностей и основы математической статистики.

Уметь:

- использовать при изучении других дисциплин математический аппарат, расширять свои математические познания.

Владеть:

- первичными навыками и основными методами решения математических задач из общеинженерных и специальных дисциплин профилизации.

ПК-2. Способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат.

Знать:

– основные понятия информатики, современные средства вычислительной техники, основы алгоритмического языка и технологию составления программ.

Уметь:

– работать на персональном компьютере, пользоваться операционной системой и основными офисными приложениями.

Владеть:

– методами практического использования современных компьютеров для обработки информации и основами численных методов решения инженерных задач

Изыскательская и проектно-конструкторская компетенции:

ПК-9. Знание нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

– основные положения и расчетные методы, используемые в механике, на которых базируется изучение курсов всех строительных конструкций, машин и оборудования.

Уметь:

– применять полученные знания по механике при изучении дисциплин профессионального цикла.

Владеть:

– основными современными методами постановки, исследования и решения задач механики.

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практические занятия (ПЗ), их наименование и объем в часах.

Неделя, семестр	№ разделов	Наименование практических занятий	Объем в часах
4 семестр			
1	1	ПЗ1: «Кинематический анализ сооружений». [1] гл.1. Анализ геометрической неизменяемости. Анализ статической определимости	2
3, 5	2	ПЗ2, ПЗ3: «Расчет статически определимых рам. [1] гл.2-3. Кинематический анализ плоских рам. Построение эпюр изгибающих моментов. Построение эпюр поперечных сил.	4
7, 9	3	ПЗ4, ПЗ5, ПЗ6: «Многопролетные шарнирные балки. [1] гл.2. Кинематический анализ многопролетных шарнирных балок. Построение эпюр внутренних усилий и определение опорных реакций в однопролетных балках. Поэтажная схема. Проверка геометрической неизменяемости многопролетных шарнирных балок. Правила постановки шарниров. Основные, вспомогательные и подвесные балки. Построение поэтажной схемы (схемы образования). Аналитический расчет балок. Определение опорных реакций и построение эпюры моментов в балках подвесных и вспомогательных, занимающих верхний этаж на поэтажной схеме. Определение давления на нижерасположенные балки. Построение эпюры поперечных сил по эпюре моментов.	6
13, 15	4	ПЗ7, ПЗ8, ПЗ9: «Статически определимые плоские фермы» [1] гл.4. Графический способ расчета ферм. Определение опорных реакций графическим способом. Маркировка внешних и внутренних полей. Построение многоугольника внешних сил. Построение диаграммы Максвелла-	5

Неделя, семестр	№ разделов	Наименование практических занятий	Объем в часах
		Кремоны.	
Семестр 5			
1	5	ПЗ10: «Определение перемещений в статически определимых системах» [1] гл.7.	2
3, 5	6	ПЗ11, ПЗ12: «Расчет статически неопределимых систем методом сил» [1] гл.8-9	4
7, 9	7	ПЗ13, ПЗ14: «Практическое применение методов упрощения в решении рам методом сил» [1] гл.9.	4
11, 13	8	ПЗ15, ПЗ16: «Расчет статически неопределимых рам методом перемещений» [1] гл.11	4
15	9	ПЗ17: «Смешанный и комбинированный методы» [1] гл.11	3
Итого			34

Четвертый семестр

Практические занятия ПЗ1:

Кинематический анализ сооружений. – 2 часа

Цель занятий:

- а) студент должен знать основные термины и определения:
- понятие расчетной схемы сооружения;
 - определение степени свободы плоской стержневой системы;
 - понятие геометрической неизменяемости;
 - понятие мгновенной изменяемости;
 - определение «диск».
 - типы опор применяемых в расчетных схемах;
 - понятие сложный шарнир;
 - необходимое и достаточное условие геометрической неизменяемости системы;
 - признаки мгновенной изменяемости сооружения;
 - что понимают под лишними связями системы;
 - основные свойства статически определимых систем.
- б) Студент должен уметь:
- правильно классифицировать расчетные схемы,

– производить практическую оценку геометрической неизменяемости систем.

в) Для достижения поставленной цели студент должен уметь ответить на следующие вопросы:

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

Практические занятия ПЗ2, ПЗ3:

Расчет статически определимых рам – 4 часа

Цель занятий:

а) студент должен знать: алгоритм проведения расчета, порядок проверки статической определимости и геометрической неизменяемости рам, основные правила построения эпюр.

б) Студент должен уметь:

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

в) Для достижения поставленной цели студент должен уметь ответить на следующие 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?

Практические занятия ПЗ4, ПЗ5, ПЗ6:

Многопролетные шарнирные балки – 6 часов

Цель занятий:

а) студент должен знать: алгоритм проведения расчета, порядок проверки статической определимости и геометрической неизменяемости шарнирных балок, основные правила построения эпюр, правила постановки шарниров.

б) Студент должен 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.

в) Для достижения поставленной цели студент должен уметь ответить на следующие 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.

Практические занятия ПЗ7, ПЗ8, ПЗ9:

Статически определимые плоские фермы – 5 часов

Цель занятий:

а) студент должен знать: алгоритм проведения расчета фермы, порядок проверки статической определимости и геометрической неизменяемости простейших ферм, основные методы и правила определения усилий в элементах ферм.

б) Студент должен 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.

в) Для достижения поставленной цели студент должен уметь ответить на следующие 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?

Пятый семестр

Практические занятия ПЗ10:

Определение перемещений в статически определимых системах – 2 часа

Цель занятий:

а) студент должен знать: интеграл Мора для определения перемещений, правило Верещагина для перемножения эпюр.

б) Студент должен уметь:

- строить грузовые и единичные эпюры изгибающих моментов;
- выделять участки эпюр для их перемножения;
- реализовывать реализовать правило перемножения эпюр.

в) Для достижения поставленной цели студент должен уметь ответить на следующие 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?

Практические занятия ПЗ11, ПЗ12:

Расчет статически неопределимых систем методом сил – 4 часа

Цель занятий:

а) студент должен знать: признаки статически неопределимых систем, правило оценки степени статической неопределимо-

сти, правила построения грузовых и единичных эпюр изгибающих моментов, правила перемножения эпюр.

б) Студент должен 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.

в) Для достижения поставленной цели студент должен уметь ответить на следующие вопросы:

1. Какая система называется статически неопределимой?
2. Что называется степенью статической неопределимости системы и как она связана с числом степеней свободы?
3. Каковы основные свойства статически неопределимых систем?
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 $\delta_{11}X_1$, $\delta_{12}X_2 \dots$?
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?

Практические занятия ПЗ13, ПЗ14:

Практическое применение методов упрощения в решении рам методом сил – 4 часа

Цель занятий:

а) студент должен знать: понятие симметричная и кососимметричная системы, метод оптимального выбора основной системы, метод абсолютно жестких консолей, метод группировки неизвестных.

б) Студент должен 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.

в) Для достижения поставленной цели студент должен уметь ответить на следующие 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 $\delta_{11}X_1$, $\delta_{12}X_2 \dots$?
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?

Практические занятия ПЗ15, ПЗ16:

Расчет статически неопределимых рам методом перемещений – 4 часа

Цель занятий:

а) студент должен знать: порядок формирования таблиц стандартных решений, сущность кинематической неопределимости, правила построения эпюр изгибающих моментов по таблицам стандартных решений.

б) Студент должен уметь:

- определять степень кинематической неопределимости;
- составлять основную и эквивалентную системы метода перемещений;

- составлять канонические уравнения метода перемещений;
- определять угловые и линейные реакции в введенных связях;
- использовать принцип независимости действия сил при построении окончательных эпюр.

в) Для достижения поставленной цели студент должен уметь ответить на следующие 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 $r_{11}Z_1$, $r_{12}Z_2 \dots$?
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?

Практические занятия ПЗ17:

Смешанный и комбинированный методы – 3 часа

Цель занятий:

а) студент должен знать: метод сил, метод перемещений.

б) Студент должен 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.

в) Для достижения поставленной цели студент должен уметь ответить на следующие 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. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Основная литература

1. Дарков, А. В. Строительная механика [Электронный ресурс]: учебник [для студентов строительных специальностей вузов] / А. В. Дарков, Н. Н. Шапошников. – СПб.: Лань, 2010. <http://e.lanbook.com/books/element.php?>

2. Шапошников, Н. Н. Строительная механика [Электронный ресурс]: учебник [для студентов строительных специальностей вузов] / Н. Н. Шапошников, Р. Е. Кристалинский, А. В. Дарков; под общ. ред. Н. Н. Шапошникова. – СПб.: Лань, 2012. <http://e.lanbook.com/books/element.php?>

3. Кристалинский, Р. Е. Решение вариационных задач строительной механики в системе Mathematica: учеб. пособие / Р. Е. Кристалинский, Н. Н. Шапошников. – СПб.: Лань, 2010. <http://e.lanbook.com/books/element.php?>

Дополнительная литература

4. Анохин, Н. Н. Строительная механика в примерах и задачах ч. 2 Статически неопределимые системы: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по строит. специальностям. – М.:

Издательство Ассоциации Строительных Вузов, 2007. – 464 с. (70 экз.).

5. Анохин, Н. Н. Строительная механика в примерах и задачах ч. 1 Статически определимые системы: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по строит. специальностям. – М.: Издательство Ассоциации Строительных Вузов, 2007. – 335 с. (70 экз.).

6. Саргсян, А. Е. Строительная механика. Механика инженерных конструкций: учеб. для вузов / А. Е. Саргсян. – М.: Высш. шк., 2004. – 462 с.: ил.

7. Дарков, А. В. Строительная механика: учебник. – 9-е изд., испр. / А. В. Дарков, Н. Н. Шапошников. – СПб.: Изд-во «Лань», 2004. – 656 с.

8. Потапов, В. Д. Строительная механика: в 2 кн. Кн. 1. Статика упругих систем: учеб. для вузов / В. Д. Потапов, А. В. Александров, С. Б. Косицын, Д. Б. Долотказин; под ред. В. Д. Потапова. – М.: Высш. шк, 2007. – 511 с.; ил. 52267

9. Кривошапко, С. Н. Строительная механика: лекции, семинары, расчетно-графические работы: учеб. пособие / С. Н. Кривошапко. – М.: Высш. шк., 2008. – 391 с.: ил.

Программное обеспечение и интернет-ресурсы

1. <http://e.lanbook.com/>.

2. <http://lidlrary.kuzstu.ru/>.

3. Информационная система «Консультант Плюс».