

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
"Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства"  
(ПГУАС)

## **СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА**

Методические указания  
по подготовке к зачету  
для направления подготовки 08.05.01 «Строительство уникальных зданий»  
(специализация № 1 «Строительство высотных  
и большепролетных зданий и сооружений»)

Пенза 2016

УДК 624.04/.07(075.8)

ББК 38.112я73

С86

Рекомендовано Редсоветом университета

Рецензент – доктор технических наук, профессор  
С.В. Бакушев (ПГУАС)

**Строительная механика:** метод. указания по подготовке к за-  
чету для направления подготовки 08.05.01 «Строительство уни-  
С86 кальных зданий» (специализация № 1 «Строительство высотных и  
большепролетных зданий и сооружений») / А.И. Шеин. – Пенза:  
ПГУАС, 2016. – 12 с.

Предложены вопросы для контроля знаний. Дан подробный перечень учебно-методического обеспечения.

Подготовлены на кафедре «Механика» и предназначены для использования студентами, обучающимися по направлению подготовки 08.05.01 «Строительство уникальных зданий» (специализация № 1 «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений»), при изучении дисциплины «Строительная механика».

© Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства, 2016

© Шеин А.И., 2016

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Процесс изучения дисциплины «Строительная механика» направлен на формирование следующих компетенций:

- использованием основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции). Студент должен:

*знать:*

современные методы научно-исследовательской деятельности в области расчета сооружений на прочность, жесткость и устойчивость;

основные законы естественнонаучных дисциплин;

основы математического моделирования и экспериментальных исследований;

*уметь:*

разрабатывать физические и математические (компьютерные) модели работы строительных конструкций при совместном действии различных факторов;

применять методы математического анализа и математического моделирования;

*владеть:*

навыками проведения теоретических и экспериментальных исследований, методиками оценки результатов;

навыками применения естественнонаучных законов при решении профессиональных задач.

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ЗАЧЕТУ

1. Готовиться к сессии надо с первых дней семестра: не пропускать лекций, работать над закреплением лекционного материала, выполнять все практические и лабораторные работы.

2. Приступать к повторению и обобщению материала необходимо задолго до сессии (примерно за месяц).

3. Перед повторением учебного материала необходимо еще раз свериться с типовой и рабочей программами (имеются на кафедре), по которым велось преподавание. В случае какой-либо неясности следует получить у преподавателя необходимые разъяснения.

4. Готовиться к зачету рекомендуется каждый день в одном и том же помещении и на одном и том же рабочем месте, т.к. в этом случае устанавливается ассоциативная взаимосвязь между окружающей обстановкой и процессом переработки информации. Это даёт возможность в дальнейшем на экзамене воспроизводить все мельчайшие детали этой обстановки (что сделать довольно легко), а через установившиеся ассоциативные связи – саму информацию, которую требовалось запомнить непосредственно для экзамена. Возможны и другие искусственные приёмы для запоминания, которые должны быть в арсенале у каждого студента.

Но одно из важных условий укрепления памяти – это её постоянная тренировка. Хотя мысль о том, что повторение – мать учения, не оригинальна, нельзя лишиться раз не сказать, что именно это упражнение – самое действенное и результативное.

5. Начинать повторение следует с чтения конспектов. Прочитав внимательно материал по предмету, приступить к тщательному повторению по темам и разделам. На этом этапе повторения следует использовать учебник и рекомендованную дополнительную литературу. Нельзя ограничиваться при повторении только конспектами, ибо в них всё записано весьма кратко, сжато, только самое основное. Вузовские же дисциплины надо усвоить достаточно широко с учётом всей программы курса. Это можно сделать только с помощью учебника и дополнительной литературы.

6. Повторяя материал по темам, надо добиваться его отчетливого усвоения. Рекомендуется при повторении использовать такие приемы овладения знаниями:

- а) рассказывать материал про себя или вслух;
- б) ставить самому себе различные вопросы (и почаще) и отвечать на них, руководствуясь программой (применять самоконтроль);
- в) делать дополнительные записи, схемы, помогающие обобщить материал, синтезировать его;
- г) рассказывать повторенный и усвоенный материал своим товарищам, отвечать на их вопросы и критически оценивать изложенное;

д) повторяя и обобщая материал, записывать в блокнот всё непонятное, всякие сомнения, вновь возникающие вопросы и обязательно выяснить их на консультациях.

Повторение, в основном, надо закончить за день до зачета, чтобы повторенный и закрепленный материал «устоялся» в сознании и памяти. В этом случае останется некоторый резерв времени на доработку каких-либо упущений, а ответы на экзамене будут спокойнее, увереннее, без лишнего напряжения. Если студент приходит на зачет, не прочитав целиком даже свой конспект, и продолжает «учить» у дверей аудитории, где его товарищи уже сдают экзамен, то он демонстрирует равнодушие к занятиям и безответственность.

В дни подготовки к зачету нужно избегать чрезмерной перегрузки умственной работой, придерживаться гигиенического режима, чередования труда и отдыха.

Можно рекомендовать на этот период следующий режим дня:

- подъём – в 7.00-7.30, утренний туалет, гимнастика, завтрак должны занять не более часа;

- в 8.00-8.30 начало занятий (для них всё должно быть подготовлено с вечера). Через 50-55 минут интенсивной работы – краткие паузы для отдыха;

- после 2-3 часов занятий – перерыв на 30-40 минут. (В это время можно поиграть в теннис или сделать гимнастику, выполнить хозяйственно-бытовые дела, проветрить помещение, выпить стакан сока, молока или чая);

- после перерыва надо сосредоточенно позаниматься еще 2-2,5 часа;

- после обеда (1-1,5 часа) заниматься не рекомендуется (труд малопродуктивен). Лучше сделать прогулку, выполнить какую-либо работу, не связанную с подготовкой к экзамену, либо поспать (если есть потребность – это самый лучший вариант). Затем надо опять напряжённо позаниматься 2,5-3 часа и 1-2 часа после ужина;

- не нужно засиживаться за полночь;

- нужно стараться весь объем работы распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к экзамену, и контролировать каждый день выполнения работы, стремиться перевыполнить план. В этом случае всегда будет резерв времени.

- в день, предшествующий зачету, заниматься не более чем до 19 часов. Лучше до сна в этот день погулять где-нибудь в тихом месте (парк, лес), собраться с мыслями, но ни в коем случае не отвлекаться на посторонние дела.

- утром в день зачета обязательно позавтракать.

В период подготовки к экзаменам рекомендуется приём возбуждающих напитков (крепкий чай, кофе) и ни в коем случае нельзя применять различные фармакологические вещества (транквилизаторы и пр.).

## ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАЧЕТА

Зачет является заключительным этапом изучения дисциплины «Строительная механика» и имеет целью проверку полученных теоретических знаний студентов и выявление практических навыков при решении конкретных задач, а также умения самостоятельно работать с учебной, научной и справочной литературой, рекомендованной преподавателем.

Зачеты проводятся в письменной форме по билетам. Вопросы ежегодно разрабатываются и обновляются лектором, преподающим учебную дисциплину, обсуждаются и утверждаются на заседании кафедры. Каждый билет подписывается заведующим кафедрой, преподавателем.

Билеты для зачетов охватывают весь пройденный материал программы учебной дисциплины и содержат два чётко сформулированных вопроса из различных разделов программы и Для подготовки к ответу студенту отводится, как правило, до 45 минут. Ответ студента по вопросам билета не прерывается. Преподавателю предоставляется право предложить студенту уточнить отдельные положения, а также право задавать студенту дополнительные вопросы по программе данного курса с целью обеспечения полного (содержательного) ответа.

Преподавателю рекомендуется проводить опрос по всем вопросам билета, особенно при демонстрации студентом слабых знаний по некоторым из них. По окончании ответа преподаватель вслух объявляет оценку и заносит её в зачетную ведомость и в зачётную книжку.

При систематической активной работе студента в течение всего семестра (успешное выполнение графика самостоятельных работ в установленные сроки, активное участие на практических и лабораторных занятиях и т.д.) преподавателю предоставляется право выставлять зачет без опроса (по рейтингу). Об этом преподаватель информирует группу на последнем занятии или на консультации. При этом оценка за курсовую проставляется в день проведения зачета при условии явки студента и предоставления зачётной книжки.

# ВОПРОСЫ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЧЕТ

## Первая часть

- 1.1. Предмет и задачи строительной механики.
- 1.2. Расчетная схема сооружения. Модели соединения элементов.
- 1.3. Классификация расчетных схем стержневых систем.
- 1.4. Кинематический анализ сооружений.
- 1.5. Примеры кинематического анализа стержневых систем.
- 1.6. Нагрузки и воздействия.
- 1.7. Физические свойства материалов элементов конструкции.
- 1.8. Расчет статически определимых систем на неподвижную нагрузку.
- 1.9. Трехшарнирные арки и рамы (распорные системы).
  - 1.9.2. Расчет трехшарнирной рамы.
  - 1.9.3. Замкнутый контур.
- 2.1. Линии влияния.
- 2.2. Определение усилий по линиям влияния.
- 2.3. Линии влияния в многопролетной балке.
  - 3.1. Работа внешних сил.
  - 3.2. Работа внутренних сил.
  - 3.3. Теорема о взаимности работ.
  - 3.4. Теорема о взаимности перемещений.
  - 3.5. Определение перемещений. Интеграл Мора.
  - 3.6. Вычисление интеграла Мора по правилу Верещагина.
  - 3.7. Определение перемещений от силовых воздействий.
  - 3.8. Определение перемещений от температурных воздействий.
  - 3.9. Перемещения статически определимых систем, вызываемые осадкой опор
- 4.1. Основная идея метода сил.
- 4.2. Лишние неизвестные. Выбор основной системы метода сил.
- 4.3. Канонические уравнения метода сил и их свойства.
- 4.4. Вычисление коэффициентов и свободных членов канонических уравнений и их проверка.
- 4.5. Построение окончательных эпюр внутренних усилий.
- 4.6. Статическая и кинематическая проверка.
- 4.7. Расчет статически неопределимых рам на осадку опор.
- 4.8. Расчет статически неопределимых ферм методом сил.
- 4.9. Расчет комбинированных (шпренгельных) систем.
- 4.10. Определение усилий в двухшарнирной арке от неподвижной нагрузки.
- 4.11. Определение перемещений в статически неопределимых системах.

## Вторая часть

1. Метод перемещений, его сущность. Степень кинематической неопределимости при расчете методом перемещений. Выбор основной системы и составление канонических уравнений.

2. Вывод табличных случаев метода перемещений.

3. Построение единичных и грузовых эпюр в основной системе. Способы определения реакций в дополнительных связях. Проверка их по формуле Мора. Проверка правильности определения коэффициентов  $r_{ik}$  по взаимности.

4. Особенности расчета рам с наклонными стойками.

5. Общий ход расчета статически неопределимых рам методом перемещений. Построение эпюр  $M$ ,  $Q$ ,  $N$ . Проверка расчета.

6. Расчет рам на осадку опор.

7. Использование симметрии при расчете рам методом перемещений.

8. Расчет рам смешанным методом.

9. Сопоставление метода перемещений с методом сил. Сравнение канонических уравнений, неизвестных, коэффициентов.

10. Машинные методы расчета конструкций стержневых систем методом перемещений в матричной форме. Неизвестные и внешние силы, внутренние усилия и деформации. Приведение внешних воздействий к узловой нагрузке. Матрица внешних сил.

11. Уравнения равновесия. Статическая матрица.

12. Связь деформаций и перемещений. Деформационная матрица. Принцип двойственности статических и геометрических уравнений.

13. Закон Гука. Матрица податливости и матрица внутренней жесткости элемента и совокупности элементов.

14. Три стороны задачи расчета упругих стержневых систем:

15. Расчетные формулы метода перемещений в матричной форме. Матрица внешней жесткости.

16. Методы расчета конструкций с помощью ЭВМ. Идея МКЭ. Вывод уравнений МКЭ. Расчет шарнирно-стержневых систем МКЭ. Матрица жесткости элемента и совокупности элементов.

17. Расчет изгибаемых стержневых систем МКЭ.

18. Преобразование координат.

19. Расчет рам МКЭ.

20. Определение усилий в элементах.



## ТЕМЫ ЗАДАЧ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЧЕТ

1. Кинематический анализ сооружений.
2. Расчет статически определимых систем на неподвижную нагрузку.
3. Трехшарнирные арки и рамы (распорные системы).
4. Замкнутый контур.
5. Линии влияния.
6. Определение усилий по линиям влияния.
7. Линии влияния в многопролетной балке.
8. Определение перемещений. Интеграл Мора.
9. Определение перемещений от силовых воздействий.
10. Определение перемещений от температурных воздействий.
11. Перемещения статически определимых систем, вызываемые осадкой опор.
12. Расчет рам методом сил.
13. Расчет статически неопределимых рам на осадку опор
14. Расчет статически неопределимых ферм методом сил.
15. Расчет комбинированных (шпренгельных) систем.
16. Определение усилий в двухшарнирной арке от неподвижной нагрузки.
17. Определение перемещений в статически неопределимых системах.

### Вторая часть

1. Метод перемещений. Построение единичных и грузовых эпюр в основной системе. Способы определения реакций в дополнительных связях. Проверка их по формуле Мора. Проверка правильности определения коэффициентов  $r_{ik}$  по взаимности.
2. Особенности расчета рам с наклонными стойками.
3. Расчет рам на осадку опор.
4. Матричные методы расчета конструкций с помощью ЭВМ.
5. Расчет изгибаемых стержневых систем МКЭ.
6. Расчет рам МКЭ.
7. Расчет ферм МКЭ.

## КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ

К зачету допускаются студенты, выполнившие и успешно выполнившие курсовую работу в пятом и шестом семестрах.

Оценка **«отлично»** и «зачтено» ставится, если студент показывает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, терминов, понятий, категорий и теорий, строит ответ логично в соответствии с планом. Устанавливает содержательные межпредметные связи. Развернуто аргументирует выдвигаемые положения, приводит убедительные примеры. Обнаруживает способность анализа в освещении различных концепций. Делает содержательные выводы. Демонстрирует знание специальной литературы в рамках учебного методического комплекса и дополнительных источников информации. Имеет место высокий уровень освоения компетенций.

Оценка **«хорошо»** и «зачтено» ставится, если студент показывает полное знание учебного материала, строит свой ответ в соответствии с планом. В ответе представлены различные подходы к проблеме, но их обоснование недостаточно полно. Устанавливает содержательные межпредметные связи. Развернуто аргументирует выдвигаемые положения, приводит необходимые примеры, однако показывает некоторую непоследовательность анализа. Выводы правильны. Речь грамотна, используется профессиональная лексика. Демонстрирует знание специальной литературы в рамках учебного методического комплекса и дополнительных источников информации. Имеет место средний уровень освоения компетенций.

Оценка **«удовлетворительно»** и «зачтено» ставится, если студент показывает знание основного программного материала в объёме, необходимом для дальнейшей учёбы. Ответ недостаточно логически выстроен, план ответа соблюдается непоследовательно. Студент обнаруживает слабость в развернутом раскрытии понятий. Выдвигаемые положения декларируются, но недостаточно аргументированы. Ответ носит преимущественно теоретический характер, примеры ограничены, либо отсутствуют. Имеет место низкий уровень освоения компетенций.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренной программой курсовой работы. Студент проявляет стремление подменить научное обоснование проблем рассуждениями обыденно-повседневного бытового характера. Ответ содержит ряд серьезных неточностей. Выводы поверхностны. Имеет место очень низкий уровень освоения компетенций.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

1. Шеин, А.И. Курс строительной механики [Текст]: учебник / А.И. Шеин. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 312 с.
2. Буланов, В.Е. Строительная механика [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.Е. Буланов, А.Н. Гузачев. – Тамбов: ТГТУ, 2012. – Ч.1. – 80 с. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/059/80059>
3. Строительная механика [Электронный ресурс]: метод. указания. – Электрон. текстовые данные. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. – 28 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/19041>. – ЭБС «IPRbooks», по паролю
4. Дарков, А.В. Строительная механика [Электронный ресурс] / А.В. Дарков, Н.Н. Шапошников. – СПб.: Лань, 2010. – 656 с. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/972291/>
5. Анохин, Н.Н. Строительная механика в примерах и задачах: в 2 ч. Ч. 2. Статически неопределимые системы [Электронный ресурс]/ Н.Н. Анохин. – М.: АСВ, 2000. – 464 с. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/196032/>
6. Снитко, Н.К. Строительная механика [Электронный ресурс]: учебник для вузов / Н.К. Снитко. – 3-е изд., перераб. – М.: Высш. школа, 1980. – 431 с. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/337353/>
7. Ржаницын А.Р. Строительная механика [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / А.Р. Ржаницын. – М.: Высш. школа, 1982. – 400 с. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/558677/>

## О Г Л А В Л Е Н И Е

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	3
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ЗАЧЕТУ .....	4
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАЧЕТА .....	6
ВОПРОСЫ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЧЕТ .....	7
ТЕМЫ ЗАДАЧ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЧЕТ .....	9
КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ.....	10
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	11

Учебное издание

Шеин Александр Иванович

### СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Методические указания по подготовке к зачету  
для направления подготовки 08.05.01 «Строительство уникальных зданий»  
(специализация № 1 «Строительство высотных и большепролетных зданий  
и сооружений»)

В авторской редакции  
Верстка Н.А. Сазонова

---

Подписано в печать 5.09.16. Формат 60×84/16.

Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.

Усл.печ.л. 0,7. Уч.-изд.л. 0,75. Тираж 80 экз.

Заказ № 571.

---

Издательство ПГУАС.  
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28.