



Критическая нагрузка



Предлагается веб-сайтом «Попробуй себя инженером» - www.tryengineering.org
Нажмите здесь, чтобы оставить свои комментарии в отношении данного занятия.

Тема занятия

Занятие посвящено рассмотрению вопросов, с которыми сталкиваются инженеры-строители, в частности – понятия критической нагрузки, а также возможных способов укрепления конструкции сооружения, с тем, чтобы такое сооружение могло выдерживать большой вес.

Краткий обзор занятия

Работа по изучению критической нагрузки предполагает рассмотрение концепций проектирования зданий и сооружений, а также способов измерения критической нагрузки или максимального веса, которое было бы способно выдерживать то или иное сооружение. Учащиеся познакомятся с понятием базовой структуры, узнают о способах укрепления зданий и сооружений, выбора материалов, а также о методах коллективной работы для разработки проекта и создания макета сооружения, способного выдерживать все увеличивающуюся нагрузку.

Возрастной уровень

8-14.

Задачи

- ✦ Узнать о том, в чем состоит работа инженеров-строителей, а также о способах тестирования построенных сооружений.
- ✦ Узнать о показателях оценки эффективности и критической нагрузки.
- ✦ Попробовать работу в команде, а также узнать об инженерных приемах, направленных на решение поставленных задач.

Предполагаемые результаты для учащихся

В результате такой работы, учащиеся должны получить базовые знания в отношении:

- ✦ показателей оценки эффективности и критической нагрузки;
- ✦ проектирования и тестирования зданий и сооружений;
- ✦ инженерных приемов по решению поставленных задач;
- ✦ системах измерений и отчетности;
- ✦ коллективной работы.

Работа в рамках занятия

Через создание макета здания из игральных карт учащиеся узнают о том, как строения тестируются на максимальную нагрузку. Рассматриваемые темы включают решение проблем, работу в команде, а также инженерное проектирование. В начале учащиеся самостоятельно работают над созданием своего сооружения; после этого материалы объединяются в рамках групп учащихся для создания наиболее прочного сооружения, оценки несущей способности и критической нагрузки, а также обсуждения причин, обусловивших наилучшее решение по проекту, отличающемуся наибольшей прочностью. Учащиеся также узнают о наиболее известных, как неудавшихся, так и ставших удачными строениях.

Ресурсы / материалы

- ✦ Документы и ресурсы в помощь преподавателю (прилагается).
- ✦ Перечень ресурсов для учащихся (прилагается).
- ✦ Лист для работы учащихся (прилагается).

Соответствие курса учебной программе

См. прилагаемый лист в отношении соответствия курса учебной программе.

Ресурсы Интернета:

- ✦ «Попробуй себя инженером» (www.tryengineering.org).
- ✦ «Брайан Бург – мастер карточного строительства» (www.cardstacker.com)
- ✦ «Знаменитые строения мира» (<http://greatstructures.info>)
- ✦ Сборник стандартов и эталонов «McREL» (www.mcrel.org/standards-benchmarks). Подборка данных о стандартах в рамках учебной программы «K-12»; предусмотрены возможности поиска и просмотра.
- ✦ «Национальные стандарты США в отношении преподавания научных дисциплин» (www.nsta.org/standards)

Рекомендуемая литература

- ✦ Stacking the Deck : Secrets of the World's Master Card Architect by Bryan Berg (ISBN: 0743232879)
- ✦ Why Buildings Stand Up: The Strength of Architecture by Mario Salvadori (ISBN: 0393306763)
- ✦ Why Buildings Fall Down: The Strength of Architecture by Mario Salvadori (ISBN: 039331152X)

Факультативное составление эссе

- ✦ Напишите эссе или просто параграф с описанием какого-либо известного здания в Вашем городе. Включите сюда сведения об истории, интересных проблемах, связанных с конструкцией здания, а также задачах, которые инженерам пришлось решать в ходе его проектирования и строительства.

Критическая нагрузка



Для преподавателей: соответствие курса учебной программе

Обратите внимание: все планы занятий данного блока построены в соответствии с «Национальными стандартами США в отношении преподавания научных дисциплин» (U.S. National Science Education Standards) (разрабатываются Национальным исследовательским советом (National Research Council) и утверждаются Национальной ассоциацией преподавателей научных дисциплин (National Science Teachers Association) и, если данное применимо, «Стандартами технологической грамотности» Международной Ассоциации преподавания технологических дисциплин () и «Принципами и стандартами школьного преподавания математических дисциплин» Национального совета преподавателей математики ()).

◆ «Национальные стандарты США в отношении преподавания научных дисциплин», ступень «К-4» (возраст 4-9)

СОДЕРЖАНИЕ – УРОВЕНЬ «В»: физика

В результате такой работы учащиеся должны получить базовые знания в отношении таких вопросов, как:

- ✦ свойства объектов и материалов.

СОДЕРЖАНИЕ – УРОВЕНЬ «F»: взгляд на науку в плане ее личной и общественной значимости

В результате такой работы учащиеся должны получить базовые знания в отношении таких вопросов, как:

- ✦ риски и положительные факторы;
- ✦ наука и технология в жизни общества.

СОДЕРЖАНИЕ – УРОВЕНЬ «G»: история науки и ее природа

В результате такой работы учащиеся должны получить базовые знания в отношении таких вопросов, как:

- ✦ история науки.

◆ «Национальные стандарты США в отношении преподавания научных дисциплин», классы 5-8 (возраст 10-14)

СОДЕРЖАНИЕ – УРОВЕНЬ «E»: наука и технология

В результате учебных мероприятий уровня 5-8 класса, все учащиеся должны:

- ✦ развить навыки технологического проектирования;
- ✦ выработать понимание вопросов науки и технологий.

СОДЕРЖАНИЕ – УРОВЕНЬ «F»: взгляд на науку в плане ее личной и общественной значимости

В результате такой работы учащиеся должны получить базовые знания в отношении таких вопросов, как:

- ✦ риски и положительные факторы;
- ✦ наука и технология в жизни общества.

СОДЕРЖАНИЕ – УРОВЕНЬ «G»: история науки и ее природа

В результате такой работы учащиеся должны получить базовые знания в отношении таких вопросов, как:

- ✦ природа науки;
- ✦ история науки.

Критическая нагрузка



Для преподавателей:
соответствие курса учебной программе
(продолжение)

◆ «Стандарты технологической грамотности» – любой возраст

Природа технологии

- ✦ Уровень 1: учащиеся должны получить базовые знания в отношении характеристик и объема применения технологий.
- ✦ Уровень 3: учащиеся узнают о взаимосвязи между технологиями, а также взаимосвязи между технологией и другими областями знаний.

Технология и общество

- ✦ Уровень 4: учащиеся получают базовые знания в отношении роли технологии в культурной, социальной, экономической и политической плоскостях.
- ✦ Уровень 6: учащиеся получают базовые знания в отношении той роли, которую общество играет в плане разработки и использования технологий.
- ✦ Уровень 7: учащиеся получают базовые знания о влиянии, оказываемом технологией на ход исторических событий.

Проектирование

- ✦ Уровень 9: учащиеся приобретут базовые знания в отношении инженерного проектирования.
- ✦ Уровень 10: учащиеся узнают о работе по устранению неполадок, исследовательских усилиях, изобретательском процессе и реализации нововведений, а также экспериментальной деятельности в области решения проблем.

Навыки для технологически развитого мира

- ✦ Уровень 11: учащиеся приобретут навыки по практическому применению результатов технической разработки.
- ✦ Уровень 13: учащиеся научатся оценивать практическое значение различных изделий и систем.

Технологически развитый мир

- ✦ Уровень 20: учащиеся приобретут знания и смогут выбирать и использовать технологические решения, применяемые в строительстве.

Критическая нагрузка



Для преподавателей: материалы для преподавателей

◆ Смысл занятия

Рассмотрение концепций проектирования зданий и сооружений, а также способов измерения критической нагрузки или веса, который вел бы к разрушению сооружения. Учащиеся познакомятся с базовыми сооружениями, узнают о способах укрепления зданий и сооружений, критериях выбора материалов, а также о способах коллективной работы для разработки проекта и создания макета сооружения, способного выдерживать максимальную нагрузку.

◆ Цели занятия

- ★ Учащиеся узнают о том, в чем заключается работа инженеров-строителей, а также о способах тестирования построенных сооружений.
- ★ Учащиеся узнают о понятии критической нагрузки.
- ★ Учащиеся попробуют работу в команде, а также узнают об инженерных приемах, направленных на решение поставленных задач.

◆ Материалы:

- Перечень ресурсов для учащихся
- Листы для работы учащихся.
- По комплекту материалов для каждой группы учащихся:
 - двенадцать новых игровых карт;
 - один ролик клейкой ленты;
 - 4 монеты
- Материалы для тестирования:
 - основание пустого квадратного двухлитрового пакета из под молока или сока;
 - предметы, которые могут использоваться в качестве груза, весом от 4 до 10 фунтов (1.8 – 4.5 кг) – монеты, мрамор, песок



◆ Работа

1. Предоставьте учащимся предназначенные для учащихся вспомогательные материалы. Такие материалы могут быть прочитаны в классе или накануне даны для прочтения в качестве домашнего задания.
2. Раздайте материалы каждой группе учащихся и попросите их продумать сооружение, которое было бы способно выдерживать наибольшую нагрузку. Учащиеся должны разработать план такого сооружения и сделать его макет для тестирования. Дайте учащимся 10 минут на планирование и выполнение задания.
3. После этого преподаватель помещает грузы на макет, прибавляя вес до тех пор, пока конструкция не разрушится. Учащиеся указывают на графике максимальную нагрузку, которую смог успешно выдержать каждый образец (величину нагрузки непосредственно перед разрушением конструкции).
4. Каждая группа учащихся расскажет о подготовленном их группой варианте конструкции, а также постарается объяснить, почему, по их мнению, такое решение оказалось удачным или же, наоборот, не получилось. Спросите учащихся, какие изменения они бы сделали к своей начальной разработке, если бы они проводили такую работу повторно?

◆ Необходимое время

От одного до двух занятий по 45 минут.

Критическая нагрузка



Материалы для учащихся: задачи, с которыми сталкиваются инженеры-строители

◆ Чем занимаются инженеры-строители

Инженеры-строители – это люди, которым часто приходится заниматься решением проблем в связи с такими вопросами, как загрязнение окружающей среды, перегрузки транспортных магистралей, необходимость в подаче питьевой воды и энергии, развитие городских центров и планирование микрорайонов. Такие задачи ложатся на плечи инженер-проектировщиков строительных конструкций, сталкивающихся с необходимостью проектирования сооружений, которые выдерживали бы собственный вес и дополнительную нагрузку, были бы устойчивы по отношению к ветру, температурам, выдерживали бы землетрясения, а также воздействие многих иных сил.

◆ Громкие неудачи строительства

Как говорят, здание Джон Хэнкок в г. Бостон, штат Массачусетс, было «больше знаменито своими недостатками ранних этапов проектирования, нежели архитектурными достижениями.» Покачивание под воздействием ветра было столь значительным, что, как сообщалось, в результате у людей на верхних этажах возникала морская болезнь. Проблема была решена через добавление 300-тонных гасителей вибраций на уровне 58-го этажа. Другая, не связанная с этим, но, тем не менее, серьезная проблема заключалась в том, что из использовавшихся в здании 10 344 стеклянных оконных панелей, закрывающих стену от пола до потолка, 65 упали на землю в ходе строительства – по счастью, это не причинило травм ни рабочим, ни просто прохожим. Другой пример – это библиотека при Университете г. Сиракузы в конце 70-х годов, построенная без учета веса хранящихся книг!



◆ Знаменитые сооружения

- Башня «Стратосфера» в г. Лас-Вегас, штат Невада, представляет собой самую высокую (1149 футов или 350 м) самостоятельно стоящую башню в Соединенных Штатах, при этом она выше, чем Эйфелева башня в Париже или Токийская башня.
- Самый высокий в мире мост находится во Франции; он проходит над долиной Тарн. Длина моста составляет 2460 метров; мост поддерживается семью колоннами высотой от 77 до 244 метров.
- Башни-близнецы в г. Куала-Лумпур, Малайзия, являются самыми высокими зданиями в мире. Они возвышаются над уровнем улицы на 451.9 метров.
- CN-башня (“CN-Tower”) в Торонто, Онтарио, Канада носит титул «самого высокого здания и отдельно стоящего сооружения в мире». Ее высота составляет 1815 футов 5 дюймов или 553.33 м.
- В Канаде также находится крупнейший торгово-развлекательный комплекс – Западный торговый центр г. Эдмонтон (“West Edmonton Mall”). Его площадь занимает 49 гектар (121 акр), а в самом магазине находится более 800 магазинов!

◆ Показатели эффективности и критической нагрузки

Показатель эффективности - это вес, который мог бы вызвать разрушение структуры, поделенный на вес самого сооружения. Наиболее эффективные сооружения отличаются и прочностью и небольшим весом – труднодостижимое сочетание. К примеру, кровельщики на участках, где возможны значительные снежные заносы, при определении прочности крыши должны учитывать потенциальный вес снега, который может выпасть в ходе сильного снегопада. Вес, который строение или здание не могли бы выдержать, и называется «критической нагрузкой».



Критическая нагрузка



Лист для работы учащихся:
Измерение критической нагрузки – стр. 1

Первый шаг:

Вам были даны четыре игральные карты, клейкая лента и ножницы. Работая в команде, не делая каких-либо изменений самих карт (например, надрезов), придумайте сооружение, которое по Вашему мнению, сможет выдержать емкость в две кварты (64 унции или 1.69 л).

Вопросы:

1. В чем заключается стратегия или план Вашей группы в отношении такого сооружения?

Прогноз:

1. Попробуйте предсказать «критическую нагрузку» своего сооружения согласно Вашему плану.

Второй шаг:

Работая в рамках группы, сделайте свое строение (макет) для тестирования.



Третий шаг:

Ваш инструктор протестирует Ваше сооружение и определит выдерживаемый им вес, добавляя определенные грузы (монеты, песок, иные материалы) до тех пор, пока строение не разрушится. Это – «критическая нагрузка» Вашего строения.

Вопросы:

1. Что представляет собой «критическая нагрузка» для Вашего строения.

2. Насколько точным оказался Ваш прогноз в рамках первого шага?

Критическая нагрузка



Лист для работы учащихся:

Измерение критической нагрузки – стр. 2

3. Какие аспекты Вашего проекта, по Вашему мнению, способствовали тому, что такое сооружение могло выдерживать дополнительный вес?

4. Какие аспекты Вашего проекта, по Вашему мнению, препятствовали тому, чтобы такое сооружение оказалось способным выдерживать дополнительный вес?

5. Какой оказалась максимальная величина критической нагрузки, достигнутая в Вашем классе?

6. Чем отличалось решение, подготовленное победителем, от Вашего варианта? Или же – если Ваша группа подготовила победивший вариант, что, по Вашему мнению, отличало Вашу конструкцию от остальных?

7. Если бы Вы создавали свою модель еще раз – что бы Вы изменили и почему?

8. Какие человеческие факторы, по Вашему мнению, должны учитываться инженерами-строителями при планировании офисного здания? (К примерам относятся вес людей и предметов интерьера, необходимость в подаче воды, свежего воздуха, обеспечение аварийных выходов).