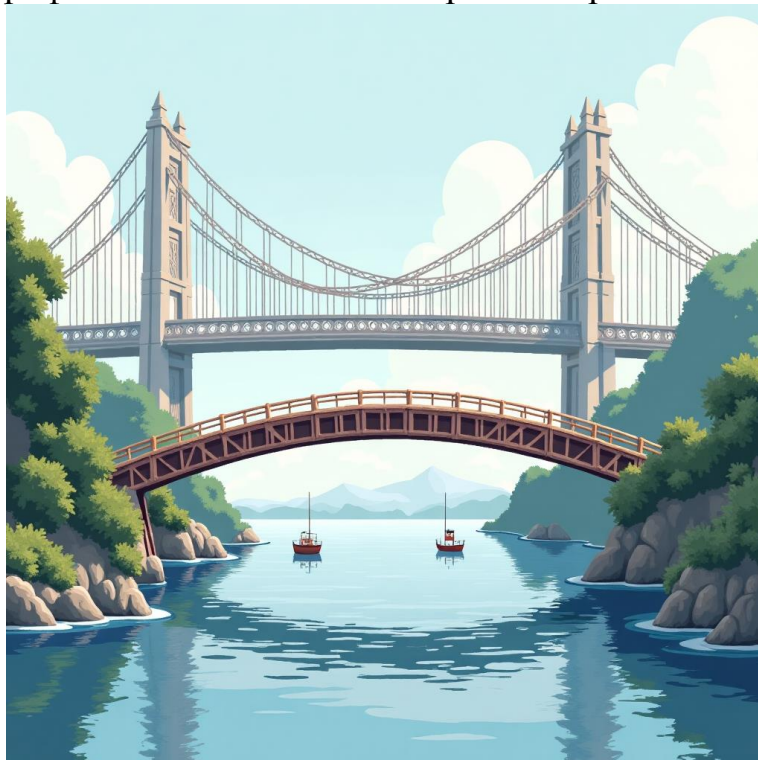


Государственное учреждение образования
«Средняя школа № 1 г.п. Бешенковичи имени И.И. Строчко»

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ КОНКУРС МЕТОДИЧЕСКИХ РАЗРАБОТОК
«ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ НА
УРОКАХ И ФАКУЛЬТАТИВНЫХ ЗАНЯТИЯХ»

Практическая работа «Проектирование объектов транспортной
инфраструктуры»

Конспект учебного/факультативного занятия для учащихся 10-11
профильных классов инженерной направленности



Автор:
Людыно Артур Андреевич,
учитель физики, без
квалификационной категории

Пояснительная записка

Актуальность

Одной из самых распространенных транспортных коммуникаций являются мосты. Учащиеся изучают, возможности проектирования балочных, ферменных, арочных и подвесных мостов, как силы растяжения и сжатия действуют на три различных типа мостов. Используя губки, картон и нить, они создают модели балочных, арочных и подвесных мостов и применяют силы, чтобы понять, как они распределяют или передают эти нагрузки.

При разработке занятий использованы материалы сетевой платформы учебных программ STEM для детей «ncwit.org» (ссылка:https://www.teachengineering.org/activities/view/cub_brid_lesson01_activity1).

Цель занятия:

Образовательная: дать определение трем основным типам мостов: балочный или ферменный мост, арочный мост и подвесной мост.

Развивающая: описать и определить силы сжатия и растяжения, действующие на различные типы мостов.

Воспитательная: объяснить ситуации, для которых лучше всего подойдут различные типы мостов.

Технология проектного обучения.

Формы обучения: Лекционная часть, интерактивная дискуссия, групповая работа.

Методы обучения:

Наглядный: демонстрация изображений и видеороликов о проектировании мостов.

Практический: выполнение заданий по определению силы растяжения и сжатия действуют на три различных типа мостов.

Проблемно-поисковый: решение проблемных задач связанных с построением мостов.

Ожидаемые результаты: формирование у учащихся представления об основных принципах проектирования и строительства мостов, а также способность анализировать реальные конструкции и применять полученные знания в решении практических задач.

План-конспект занятия (45 минут)

Вводная (организационная) часть (13 минут(5 минут))

Используя бесчисленные возможности проектирования балочных, ферменных, арочных и подвесных мостов, инженеры-строители и инженеры-конструкторы создают мосты, которые играют важнейшую роль в инфраструктуре нашего мира. Для проектирования мостов любого типа инженеры должны понимать силы, действующие на каждый мост: сжатие и растяжение, а затем проектировать мосты, способные выдерживать эти силы без разрушения. Команды инженеров выбирают тип моста, его конструкцию и материалы для оптимального распределения нагрузки на препятствие и разрабатывают подробные проектные чертежи, определяя материалы, размеры, формы и углы наклона для строительства моста.

Какое влияние мосты оказывают на наши сообщества и города? Мосты обеспечивают важнейшие связи между местами, предоставляя нам доступ к ресурсам, другим местам и другим людям. Мосты позволяют дорогам проходить по изменчивому рельефу, через водные пути и горы с минимальными отклонениями, экономя время на транспорт или поездки на работу, или даже соединяя районы, которые иначе были бы недоступны. Кто проектирует эти мосты? Инженеры-строители. Подумайте о мостах как о способе, которым инженеры помогают нам объединять миры. Например, понтонный мост через Западную Двину в г.п.Бешенковичи длиной более 150 метров, способный выдержать порядка 20 тонн.

Три основных типа мостов, используемых в транспортировке: балочные и ферменные мосты, арочные мосты и подвесные мосты. Чтобы понять, как работают мосты, мы должны понять силы, которые действуют на каждый мост. В любой момент времени на мост действуют две основные силы: сжатие и растяжение. Сжатие, или сжимающая сила, это сила, которая сжимает или укорачивает объект, на который она действует. Растяжение, или растягивающая сила, это сила, которая расширяет или удлиняет объект, на который она действует. В качестве простого примера представьте себе пружину. Если мы толкаем оба конца пружины друг к другу, мы сжимаем пружину. Таким образом, на нее действует сила сжатия. Если мы тянем оба конца пружины друг от друга, мы растягиваем пружину. Таким образом, на нее действует сила растяжения, удлиняя пружину. Цель конструкции моста - выдерживать эти силы без поломок или выхода из строя каким-либо образом.

Предложить учащимся заполнить таблицу информацией о типах мостов, обсуждавшихся на уроке.

Рабочий лист по заметкам о мостах			
Тип моста	Описание	Изображение	Типичная длина

Актуализация знаний(8 минут)

Балочно-ферменные мосты

Балочные мосты являются самым простым и наименее дорогим типом моста в строительстве. Самые простые балочные мосты состоят из горизонтальной балки, которая поддерживается с каждого конца колоннами или опорами. Вес балки и любая дополнительная нагрузка на мост передается непосредственно на опоры. Однако сама балка должна быть в состоянии выдерживать свой собственный вес и нагрузки между опорами. Когда нагрузка давит на балку, верхняя часть балки сжимается сжимающей силой, в то время как растягивающая сила растягивает нижнюю часть. Чем дальше друг от друга опоры или опоры, тем слабее становится балочный мост. Для больших балочных мостов, предназначенных для интенсивного автомобильного и железнодорожного движения, балки заменяются блоками, которые более экономичны, чем сплошные балки. Инженеры использовали множество различных схем в мостах. Таким образом, большинство балочных мостов редко протягиваются более чем на 60 м, однако старые ферменные мосты, пересекающие крупные реки, часто имеют длину 150–180 м, не считая концевых опор.

Арочные мосты

Арочные мосты – самый простой для распознавания тип моста. Они являются одним из старейших типов мостов и обладают исключительной природной прочностью. Вместо того, чтобы тянуть мост прямо вниз, как балочные мосты, вес арочного моста и любая дополнительная нагрузка на мост распределяются по изгибу арки к опорам на каждом конце. Эти опоры называются устоями. Устои распределяют нагрузку от моста и предотвращают расхождение концов моста. Римляне были мастерами арочного мостостроения. Во многих их арочных мостах для скрепления камней практически не использовался раствор или «клей». Цель арочного моста – выдерживать все нагрузки на сжатие, исключая растягивающие нагрузки. Камни в конструкции удерживаются вместе исключительно за счёт собственного веса и передаваемого между ними сжатия. Размер арки, или степень её кривизны, оказывает большое влияние на эффективность этого типа моста. Иногда, в очень больших арочных мостах, арка часто уменьшается в размере или становится плоской, что приводит к значительным растягивающим усилиям, которые необходимо учитывать при проектировании. Большинство современных арочных мостов имеют пролёт от 30 до 450 м.

Подвесные мосты

Две категории подвесных мостов: современные подвесные мосты и вантовые мосты. Современные подвесные мосты характеризуются М-образной схемой расположения тросов. Тросы натянуты на две опоры и

закреплены на обоих концах. Дорожное полотно подвешено к тросам более тонкими тросами или стержнями. Вес дорожного полотна и любая дополнительная нагрузка передаются тросам, создавая в тросах силу натяжения. Затем тросы передают свою силу на опоры и анкеры. Типичные современные подвесные мосты перекрывают расстояния от 600 до 2000 м. Вантовые мосты характеризуются А-образной схемой расположения тросов. Тросы закреплены непосредственно на опорах, что устраняет необходимость в системе креплений. В вантовом мосту наблюдаются те же самые силы растяжения и сжатия, что и в современном подвесном мосту. Типичные вантовые мосты имеют пролёты от 150 до 900 м, быстро становясь предпочтительным вариантом для пролётов средней длины. Кроме того, вантовые мосты выглядят потрясающе!

Основная часть (Практическая) (27 минут)

Сегодня мы создадим простые модели каждого из рассмотренных типов мостов, чтобы лучше понять, как на них действуют силы растяжения и сжатия. Мы также рассмотрим ситуации, в которых инженер может решить использовать каждый из типов мостов при проектировании дорог.

Необходимы следующие материалы для каждой группы:

Для модели балочного моста нарисуйте ручкой или маркером параллельные линии на равном расстоянии друг от друга по ширине (но не по длине) губки. Губку, слегка следует смочить, чтобы она могла гнуться.

Для модели арочного моста разрежьте картон на полоски.

Для модели подвесного моста разрежьте веревку (или канат небольшого диаметра) на три куса длиной 0,5 м и один отрезок длиной 1,0 м.

Для модели вантового моста разрежьте веревку большего диаметра на один кусок длиной 1 метр и еще один кусок длиной 1,3 метра.

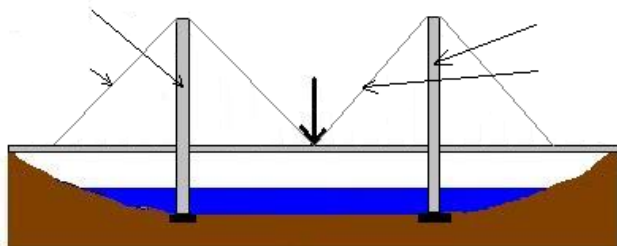
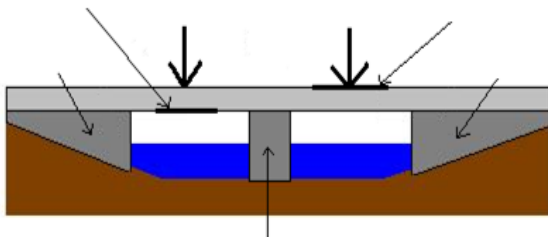
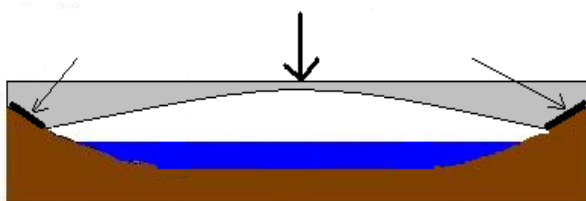
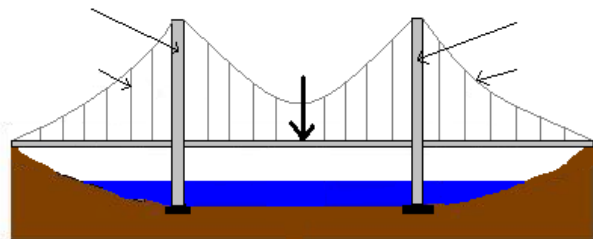
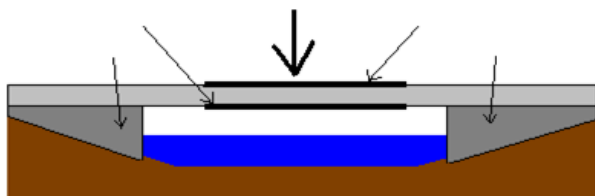
Сделайте копии рабочего листа «Типы мостов и силы» — по одной на каждого учащегося.

Для каждого изображения ниже укажите следующее:

Тип моста:

Сжимающие силы находятся в элементах:

Растягивающие силы находятся в элементах:



• Тип моста: балочный, арочный, современный подвесной или вантовый

- На какие элементы действуют сжимающие усилия
- На какие элементы действуют растягивающие усилия
- На какие элементы действуют сжимающие усилия
- На какие элементы действуют растягивающие усилия

Разделите класс на группы по два ученика в каждой.

Объяснить учащимся основные принципы работы каждого моста: балочного, арочного и обоих подвесных. Обсудить силы, действующие в каждом мосте — сжатие и растяжение — и их различия. Раздайте учащимся рабочие листы для самостоятельного выполнения. После того, как учащиеся закончат, проверьте их ответы, чтобы убедиться, что они понимают поведение сжимающих и растягивающих сил в мостах разных типов.

Пусть каждая команда построит простой балочный мост. Разместите две стопки учебников примерно одинаковой высоты, так, чтобы плоская губка могла «перекрыть» их (расстояние между стопками должно составлять примерно 2–5 см). Положите губку на две стопки учебников, перекрывая расстояние между ними. С помощью ручки или карандаша приложите к верхней части губки усилие, направленное вниз — ровно настолько, чтобы она согнулась, но не развалилась полностью.

Что происходит с параллельными линиями, нарисованными сверху и снизу? (Ответ: линии сверху сближаются. линии снизу отдаляются друг от друга.)

Где сосредоточены сжимающие силы? (Ответ: Сжимающие силы сосредоточены сверху.)

Где сосредоточены силы растяжения? (Ответ: силы растяжения сосредоточены внизу.)

Пусть каждая группа сделает простой арочный мост. Попросите их аккуратно согнуть картонные полоски так, чтобы они приобрели изогнутую форму. Затем положите картонную полоску на гладкую плоскую поверхность так, чтобы она напоминала арку. Используя ручку или карандаш, приложите направленную вниз силу к верхней части центра арки. Что произойдет с аркой? (Ответ: Ожидайте, что арка разрушится, потому что ее концы будут двигаться наружу.) Затем поместите две стопки учебников на расстоянии 15 см друг от друга. Поместите картонную полоску между двумя стопками так, чтобы изогнутая форма напоминала арочный мост. Нажмите на центр арки. Что же произойдет дальше? (Ответ: арка не должна так легко разрушиться.)

Какую силу абатменты (согласно учебникам) оказывают на дугу: толкающую (сжатие) или тянущую (растяжение)? (Ответ: Абатменты давят на дугу, поскольку дуга давит на абатменты.)

Обратите внимание на то, как стопки книг действуют как опоры, удерживая концы арки от расхождения.

Пусть каждая группа сделает простой подвесной мост. Сначала привяжите один из кусков верёвки длиной 0,6 м к середине учебника, положив его на стол. Повторите то же самое со вторым куском верёвки

длиной 0,6 м к другому учебнику. Поставьте эти два учебника вертикально, верёвкой вверх. Возьмите третий отрезок верёвки длиной 0,6 м и привяжите оба конца к верёвке, протянутой сверху учебников. Расположите учебники на расстоянии около 0,5 м друг от друга. Теперь надавите на верёвку, соединяющую два учебника. Что произойдёт? (Ответ: Обратите внимание, как легко книги падают внутрь.)

Затем снимите веревки с двух учебников. Возьмите кусок длиной 1,2 м и положите на один его конец стопку учебников. На другой конец положите ещё одну стопку учебников. Используя те же учебники что и раньше, поместите их под верёвку, поставив их вертикально. Постарайтесь установить расстояние между двумя учебниками таким же, как и раньше, – 0,5 м. Теперь надавите на верёвку между двумя учебниками.

Что произойдет? (Ответ: Ожидайте, что книги не будут падать так легко, даже при увеличении нагрузки.)

Находится ли струна (кабель) в состоянии растяжения или сжатия? (Ответ: струна находится в состоянии растяжения; она может выдерживать только силу растяжения.)

Находятся ли книги (башни) в состоянии растяжения или сжатия? (Ответ: Книги находятся в состоянии сжатия.)

Стопки книг (якоря) толкают или тянут веревку (трос)? (Ответ: Стопки книг тянут веревку, потому что веревка тянет их.)

Укажите, как опоры помогают стабилизировать мост.

Пусть каждая группа построит простой вантовый мост. Пусть ученики встанут и вытянут руки горизонтально в стороны. Пусть они представят, что их руки образуют мост, а голова — башня посередине. В этом положении мышцы поддерживают руки. Теперь, используя верёвку, пусть ученики станут вантовыми мостами. Привяжите каждый конец 1,5-метрового куска верёвки к каждому локтю. Расположите середины верёвок на макушках. Верёвка служит вантой и поддерживает локти. Используя 1,8-метровый отрезок, повторите этот процесс, обвязывая концы вокруг запястий.

Где вы чувствуете толкающую или сжимающую силу? (Ответ: Канаты натянуты из-за веса руки (моста), а их концы сжаты.)

Обратите внимание, как нагрузка (вес рычага) передается на башню (головки). Заключительная часть (5 минут)

В завершение занятия пусть каждая команда выберет один тип моста для проектирования. Используя свои заметки и рабочие листы, прошу их нарисовать мост в подходящем месте.