

КАК СДЕЛАТЬ ИНЖЕНЕРНЫЙ ПРОЕКТ?

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы организации проектной деятельности обучающихся на базе общеобразовательной организации в рамках предпрофессионального обучения. В статье описана структура и этапы проекта. Даны конкретные рекомендации по выполнению инженерного проекта. Особое внимание уделяется сложностям, с которыми сталкиваются обучающиеся и их руководители. На конкретном примере проекта показано, как правильно создать инженерный проект, каких этапов и методов необходимо придерживаться при создании проекта.

Ключевые слова: проектная деятельность обучающихся, проект, инженерный проект, стандарт, учебная программа

Цель статьи. Автор предпринял попытку показать на конкретном примере, как разработать проект для обучающихся инженерного класса.

Результаты. С каждым годом проектная деятельность обучающихся становится все более актуальной и востребованной в общеобразовательных организациях среди учителей и обучающихся по нескольким причинам [7]:

- в условиях классно-урочной системы занятий она легко вписывается в учебный процесс;
- она обеспечивает не только успешное усвоение учебного материала, но и интеллектуальное и нравственное развитие обучающихся, их самостоятельность;
- она сплачивает обучающихся, развивает коммуникабельность, желание помочь другим, умение работать в команде и



*Юлия Владимировна Казакова, кандидат педагогических наук, учитель физики ГБОУ «Школа № 1580» г. Москвы, старший научный сотрудник, ФГБНУ «Институт стратегии развития образования», г. Москва
E-mail: kazakova546@mail.ru*

Как цитировать статью: Казакова Ю. В. Как сделать инженерный проект? // Образ действия. 2023. Вып. 2. «Реализуем ФГОС ОО. Инженерно-технологическое образование. Лучшие практики». С. 75-85.

ответственность за совместную работу [7].

Федеральный государственный образовательный стандарт и рабочие программы по учебным предметам ориентированы на проектную деятельность [8]. Основное отличие обновленного стандарта заключается в конкретизации результатов личностных, предметных и метапредметных. Инструментом достижения данных результатов являются универсальные учебные действия. Основным подходом к их формированию служит системно-деятельностный подход, для реализации которого наилучшим способом является проектно-исследовательская деятельность.

Несмотря на то что о проектной деятельности имеется большое количество научной и методической литературы, ежегодно проводятся конференции, семинары, обучающие лекции, вопросы и трудности все равно остаются и у учителей, и у обучающихся.

Самое главное в проекте то, что он должен быть направлен на решение какой-либо проблемы или задачи. Проблема может быть научной, бытовой, экологической, транспортной и т. д. Результатом проектной деятельности должен стать продукт — действующий макет, устройство, модель, демонстрационная установка, прибор, сайт, компьютерная программа, игра, мобильное приложение, видеоролик и т. д.

Очень часто решение проблемы основывается на знаниях из разных предметных областей, и тогда проект становится межпредметным. В последнее время на конференциях можно увидеть не одного, а двух руководителей проекта, и это правильно. Если говорить об инженерных проектах (например, создание БПЛА — очень сейчас популярное направление среди старшеклассников), то для работы над ним требуются знания по физике, компьютерному моделированию, прототипированию, электронике, программированию. Одному руководителю с этим не справиться.

Работа над проектом — это творческий процесс. Проект нельзя навязать или заставить сделать, он должен идти от личной заинтересованности ученика, от его потребности творить, познавать, мастерить. Это относится и к учителю, который должен быть сам искренне заинтересован в результатах работы, оказывать детям информационную и моральную поддержку, следить за грамотным оформлением результатов, оказывать содействие в подаче работы на конференции.

Заметим, что работа над проектом — процесс длительный и требует жесткого регламента. Так, начав проект в сентябре, обучающиеся должны представить первые результаты работы на школьной конференции уже в декабре — январе. Затем один-два месяца идет доработка проекта. Все основные конференции проходят с февраля по май, но регистрироваться и подавать тезисы надо уже в январе — феврале. Задача учителя —

отслеживать временные рамки.

У многих учителей и обучающихся наибольшую трудность вызывает поиск темы проекта. Если не получилось посмотреть по сторонам и найти проблему вокруг себя, то можно изучить темы работ в архивах конференций на их сайтах. Иногда там бывают интересные идеи, их можно использовать, но решить проблему предстоит своим способом. Можно пойти от интересов обучающихся, их увлечений и подумать, как из них сделать проект. Самое главное — то, что проект должен быть актуальным и иметь новизну, то есть решение должно быть оригинальным и иметь практическое применение.

В структуру проекта входит:

Введение: актуальность; анализ аналогов; гипотеза или идея; цель; задачи (способы достижения цели, план работы); методы (средства выполнения работы теоретические и практические).

В описании хода работы представляются: чертежи; электрическая схема; компьютерная программа; внешний вид готового устройства с обозначением элементов; описание устройства и принципа работы; результаты испытаний; смета проекта.

В заключение надо отметить: результаты работы (формулируются по задачам проекта); вывод (соответствует цели работы); достоинства и недостатки продукта, пути дальнейшей работы над проектом; список источников информации.

Все эти этапы должны быть отражены в тексте работы и в презентации проекта. На конференцию, как правило, подается полный текст работы (10–15 страниц), презентация (15–20 слайдов), тезисы (1–2 страницы), аннотация (200–500 печатных знаков). Требования к оформлению на каждой конференции свои. Задача руководителя изучить их заранее, обсудить с обучающимися и проверить материалы перед загрузкой.

Перед конференцией важно вместе с обучающимися изучить критерии оценки работы. Обычно они сводятся к следующим пунктам:

- актуальность и новизна работы;
- формулировка цели и задач работы;
- полнота реализации задач, поставленных в работе;
- целесообразность выбранных методов исследования и оборудования;
- теоретическая и практическая значимость работы;
- внедрение результатов в практику;
- самостоятельность выполнения работы;
- культура публичного выступления;
- качество презентационных материалов;
- умение отвечать на вопросы.

Приведем пример создания проекта для обучающихся 9-го класса. Тему проекта «Бионический дизайн корпуса автомобиля» обучающиеся выбрали

из перечня, предложенного МГТУ им. Н.Э. Баумана для участия в конкурсе практико-ориентированных и исследовательских проектов «Бауманка. Битва интеллектов» в 2022 году.

Этап 1. Написание введения: анализ источников информации по данной теме, поиск аналогов, обоснование актуальности, формулировка цели работы и постановка задач, выбор методов исследования.

Бионика (от греч. *bion* — «элемент жизни», буквально — «живущий») — прикладная наука о применении в технических устройствах и системах принципов организации, свойств, функций и структур живой природы, то есть формы живого в природе и их промышленные аналоги.

Появилась бионика в 1960-х годах, ее цель — помочь человеку перенять «секреты» у живой природы. Природа создала необыкновенно совершенные живые механизмы. Ученых привлекает скорость и принцип передвижения дельфинов, китов, кальмаров, пауков, кротов, кенгуру, искусство полета птиц и насекомых, особенности органов зрения мух, лягушек, органов слуха медузы, «секреты» эхолокаторов летучих мышей, термолокаторов гремучих змей и т. д.

Бионика нашла применение в таких сферах деятельности, как самолето- и кораблестроение, космонавтика, машиностроение, архитектура, навигационное приборостроение, в горном деле [9].

Идея использовать форму животных для создания корпуса автомобиля широко применяется на практике. В интернете можно найти много примеров, в том числе и воплощенных в жизнь [1; 3; 10; 11].

Компания Mercedes создала автомобиль на основе формы тела рыбки-кузовок. Коэффициент сопротивления воздуха у этого автомобиля равен всего 0,19 [6].

Наша идея — создать модель вместительной семейной машины с малым потреблением топлива за счет обтекаемой формы кузова.

Гипотеза: природа создала живые организмы, которые имеют обтекаемую форму для быстрого передвижения в воде, их форму можно использовать при проектировании корпуса автомобиля, чтобы за счет уменьшения сопротивления воздуха уменьшить потребление топлива.

Объект исследования: бионический дизайн в конструкциях автомобилей.

Предмет исследования: форма корпуса для уменьшения сопротивления воздуха.

Цель: спроектировать вместительный корпус автомобиля, обладающий обтекаемой формой, на основе формы какого-либо живого организма.

Задачи:

Изучить живые организмы, способные развивать большие скорости в воде.

Изучить аэродинамические свойства кузова автомобиля.

Сделать 3D-модель корпуса автомобиля по форме выбранного живого организма.

Напечатать корпус автомобиля на 3D-принтере.

Провести испытания.

Методы:

Поиск и анализ теоретического материала по данной теме в интернете.

Моделирование и конструирование.

Проведение испытаний модели.

Этап 2. Ход работы: поиск решения проблемы, изучение предмета исследования (аэродинамического сопротивления автомобиля), создание и испытание модели.

Анализ формы представителей животного мира

Мы нашли в интернете представителей животного мира, которые могут развивать большие скорости за счет обтекаемой формы тела. В ходе отбора мы оставили для рассмотрения жука-плавунца, пингвина, дельфинов афалина и козатку.

Жук-плавунец имеет обтекаемую форму тела, у него идеально гладкий покров, но он слишком плоский и широкий, а острые бока создадут проблемы на дороге для других машин.

Пингвин за счет обтекаемой формы тела может развивать в воде скорость до 36 км/ч, но у него почти плоский верх и сильно выпуклый низ. Это возможно даст хорошее сцепление с дорогой, но увеличит силу трения качения. Кроме того, машина будет иметь слишком низкую посадку.

Дельфин афалина может двигаться в воде со скоростью до 50 км/ч. Его форму можно использовать для создания модели, но она будет достаточно узкой с длинным капотом, что не очень удобно.

Форма козатки нам понравилась больше всего. Автомобиль такой формы будет вместительным и компактным.

Аэродинамические свойства автомобиля

Во время движения перед авто создается область увеличенного давления (машина сжимает воздушную массу), то есть спереди образуется невидимый барьер. После обтекания кузова происходит отрыв воздушного потока от поверхности, что становится причиной появления завихрений и разрежения за авто. В сочетании с повышенным давлением возникающее разрежение еще больше увеличивает сопротивление.

Поскольку повлиять на плотность воздуха невозможно, то конструкторам остается только вносить коррективы в две другие расчетные составляющие — площадь авто и коэффициент аэродинамического сопротивления.

Но уменьшить проекцию авто не представляется особо возможным без ущерба для полезных пространств кузова, поэтому остается только

изменение коэффициента аэродинамического сопротивления.

Коэффициент аэродинамического сопротивления устанавливается экспериментальным путем в аэродинамической трубе и характеризует соотношение лобового сопротивления и скоростного напора и площади поперечного сечения кузова. Величина его безразмерная [2].

Наименьший коэффициент аэродинамического сопротивления имеет каплевидное тело, коэффициент аэродинамического сопротивления которого равен 0,05 [3; 5].

При движении автомобиля сопротивление создается формой кузова, трением потока о поверхности при обтекании, попаданием потока в подкапотное пространство и салон. Для современных авто коэффициент аэродинамического сопротивления считается отличным, если его значение ниже 0,3.

Проблем добавляет и лобовое сопротивление. Область повышенного давления воздушной массы перед машиной прижимает передок к дороге, в то время как разрежение и завихрения позади, наоборот, способствуют поднятию кузова. Наибольшее влияние на коэффициент аэродинамического сопротивления оказывает не передок авто, а его задняя часть из-за разрежения и завихрений в результате отрыва потока от кузова. Оптимизация формы задней части приводит к уменьшению завихрений и разрежения, из-за чего подъемная сила тоже снижается, а прижимная — повышается. Установка заднего спойлера действует таким же образом.

Подъемная сила, как и лобовое сопротивление, возрастает при увеличении скорости движения.

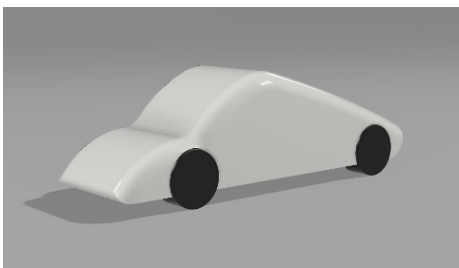
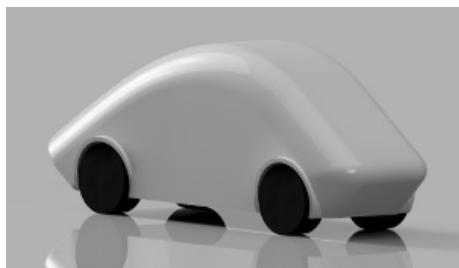
Скорость движения тоже сильно влияет на силу сопротивления воздуха. Увеличение скорости в два раза сопровождается повышением сопротивления в четыре раза. Скорость — один из мощных факторов увеличения расхода топлива. Например, для хорошо обтекаемого авто с площадью проекции 2 м² и коэффициентом 0,3 при движении на скорости 60 км/ч для преодоления сопротивления воздуха необходимо 2,4 л. с., а при скорости 120 км/ч — уже 19,1 л. с. Разница расхода топлива при таких условиях достигает 30% на 100 км.

Конечно, конструкторы стараются по максимуму снизить сопротивление авто при движении и повысить прижимную силу, но на некоторые вещи они повлиять не могут. Установка багажника на крышу, даже с аэродинамической формой, увеличивает поперечную проекцию авто и сильно влияет на обтекаемость, это сразу сказывается на потреблении топлива. Также расход повышается от езды с открытыми окнами и люком, при использовании защитных и декоративных обвесов, перевозке негабаритных грузов, выступающих за авто, повышении клиренса. Но автовладелец также может и внести коррективы, которые положительно повлияют на аэродинамику

автомобиля. К ним относится использование аэродинамических обвесов, установка спойлера, уменьшение клиренса [5].

Создание модели

В ходе работы были созданы две модели автомобилей в программе Autodesk Fusion 360 по форме косатки (рис. 1) и афалины (рис. 2).



Характеристики модели:
Длина — 14 см
Ширина — 5 см
Высота — 6 см
Масса — 76 г
Радиус колеса — 11 мм

Характеристики модели:
Длина — 15 см
Ширина — 5 см
Высота — 5 см
Масса — 85 г
Радиус колеса — 11 мм

Рисунок 1. Модель кузова по форме косатки

Рисунок 2. Модель кузова по форме афалины

Испытание модели

Опыт 1.

Идея эксперимента: проверить обтекание машинок в потоке воды.

Ход испытаний: машинки крепились ко дну ванночки с водой пластилином, и на них под напором направлялась струя подкрашенной воды.

Результаты эксперимента: на фотографиях (рис. 3) видно, что наименьшее лобовое сопротивление у автомобиля по форме косатки.

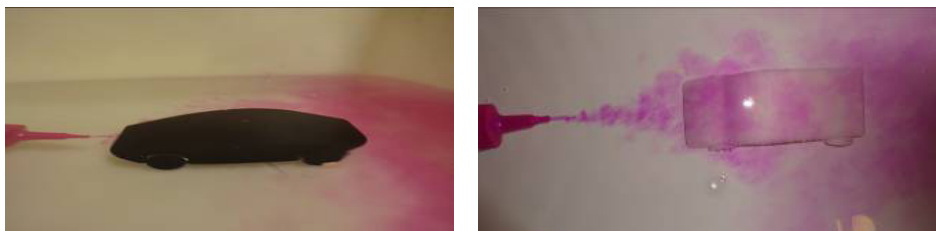


Рисунок 3. Обтекание моделей в потоке подкрашенной жидкости

Опыт 2.

Идея эксперимента: машинку с самым большим коэффициентом аэродинамического сопротивления поток воздуха от фена должен сдвинуть с места дальше всех, а с малым — немного.

Ход испытаний: машинки располагались у края деревянной доски в ряд, на них по очереди подавался поток воздуха из фена.

Результаты эксперимента: модель по форме косатки отъехала совсем немного, опять продемонстрировав малый коэффициент аэродинамического сопротивления.

Опыт 3.

Испытание моделей в программе Solidworks Flow Simulation (рис. 4). Коэффициенты аэродинамического сопротивления моделей в зависимости от направления потока составили 0,35–0,37 для модели по форме косатки и 0,44–0,50 для модели по форме афалина.

На основании полученных данных обучающиеся делают **вывод:** наименьшее аэродинамическое сопротивление имеет модель по форме косатки со стороны пологого края.

Этап 3. Заключение.

Результаты работы

1. Рассмотрены формы тела жука-плавунца, пингвина, дельфинов афалина и косатки. Для работы выбрана форма тела афалина и косатки.
2. Изучены аэродинамические свойства кузова автомобиля.

3. Сделаны 3D-модели корпуса автомобиля по форме афалины и косатки.
4. Два корпуса автомобиля напечатаны на 3D-принтере.
5. Проведены эксперименты по изучению обтекаемости корпуса моделей в воде и в воздухе. Выяснено, что разработанная нами форма кузова на основе формы тела косатки имеет наименьшее аэродинамическое сопротивление по сравнению с другими моделями.
6. Проведены испытания в компьютерном симуляторе. Определены коэффициенты аэродинамического сопротивления моделей: афалина — 0,45–0,50; косатка — 0,35–0,37.

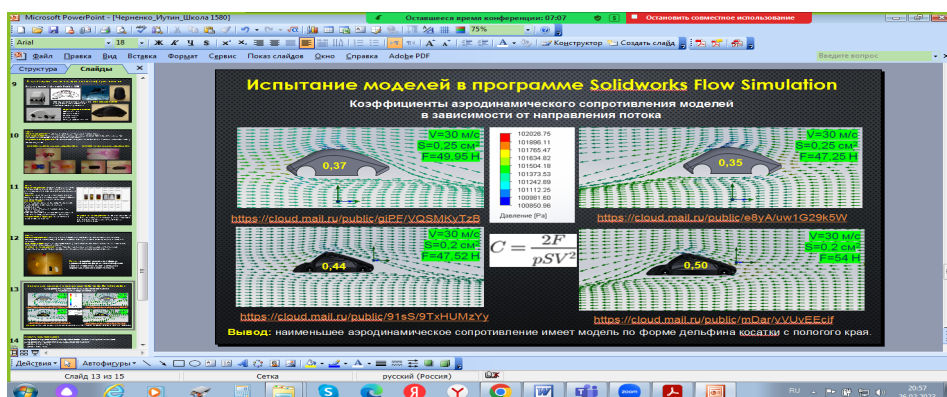


Рисунок 4. Испытание моделей в программе Solidworks Flow Simulation

Вывод: корпус машины, выполненный по форме косатки, имеет хороший (0,35) коэффициент аэродинамического сопротивления (отличный, если его значение ниже 0,3), что позволит уменьшить потребление топлива, кроме того, у него вместительный объем.

Использованные технологии и оборудование

3D-принтер, 3D-моделирование в программе T-flex и Autodesk Fusion 360, испытания в программе Solidworks Flow Simulation.

Перспективы развития

Продолжить испытания 3D-моделей в виртуальной аэродинамической трубе с целью доработки их формы (уменьшения коэффициента аэродинамического сопротивления до 0,3 и меньше).

Практическая значимость

Доказано, что обтекаемый корпус автомобиля, созданный по форме косатки, позволяет уменьшить сопротивление воздуха и тем самым сни-

зять потребление топлива.

В процессе выполнения данного проекта ребята изучили основы аэродинамики и особенности конструкции кузова автомобиля, научились рассчитывать коэффициент аэродинамического сопротивления, узнали о таком направлении, как бионический дизайн. Ребята повысили свой уровень компьютерного моделирования, научились работать в новой программе Solidworks Flow Simulation. Наиболее сложной для них оказалась постановка физических экспериментов по изучению обтекаемости кузова моделей.

Очень сложно шла репетиция перед защитой проекта, так как ребята проявляли робость и неуверенность при публичном выступлении. При подготовке выступления особое внимание надо обратить на регламент (обычно 5–10 минут), выразительность и уверенность. Но если само выступление подготовить заранее еще можно, то ответы на вопросы жюри — полный экспромт. Здесь от обучающихся требуется эрудиция, прекрасные знания по теме проекта, находчивость и выдержка.

Совместная работа над проектом, преодоление трудностей и испытаний позволили оказать влияние на развитие таких личностных качеств обучающихся, как взаимопомощь, ответственность, решительность, целеустремленность.

Работа была представлена на нескольких городских конференциях, стала призером конкурсов «Бауманка. Битва интеллектов» и «Юные техники и изобретатели».

Список литературы

1. Автомобильное будущее от EDAG [Электронный ресурс]. URL: <https://trendymen.ru/lifestyle/dayfoto/117316> (дата обращения: 15.04.2023).
2. Аэродинамическое сопротивление автомобиля [Электронный ресурс]. URL: <http://autoleek.ru/nesushhaja-sistema/kuzov-avtomobilja/aerodinamicheskoe-soprotivlenie-avtomobilya.html> (дата обращения: 15.04.2023).
3. Занимательная бионика на примере внешней схожести автомобилей, природных объектов и существ [Электронный ресурс]. URL: <https://chebatkov.livejournal.com/11967.html> (дата обращения: 15.04.2023).
4. Из чего состоит автомобиль? [Электронный ресурс]. URL: <https://okuzove.ru/poleznye-stati/ustrojstvo-legkovogo-avtomobilya.html> (дата обращения: 15.04.2023).
5. Каплевидный солнцемобиль команды студентов из Кембриджа [Электронный ресурс]. URL: <http://www.energy-fresh.ru/greentransport/car/?id=6710> (дата обращения: 15.04.2023).
6. Кузовок: как рыба помогла создать сверхсовременный автомобиль [Электронный ресурс]. URL: <https://animalreader.ru/kuzovok-kak-ryiba-pomogla-sozdat-sverhsovremennyiy-avtomobil.html> (дата обращения: 15.04.2023).
7. Паршутина Л. А., Самойленко П. И. Содержание естественно-научного образования как основы формирования метапредметных результатов: Научно-методическое пособие. М.: АПКиППРО, 2016. С. 26.
8. Приказ Министерства просвещения РФ от 12 августа 2022 г. № 732 «О внесении изменений в федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. № 413».

9. Применение бионики [Электронный ресурс]. URL: <https://kratkoe.com/primenenie-bioniki/> (дата обращения: 15.04.2023).
10. An organic car that runs on food scraps and rainwater [Электронный ресурс]. URL: <https://www.theglobeandmail.com/globe-drive/culture/technology/an-organic-car-that-runs-on-food-scaps-and-rainwater/article30231782> (дата обращения: 15.04.2023).
11. Connected Car: Quantified Self becomes Quantified Car [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mdpi.com/2224-2708/4/1/2> (дата обращения: 15.04.2023).