

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение

«Школа № 88 «Новинская»

Приокского района города Нижнего Новгорода

Исследование пьезоэффекта для создания "умных" пешеходных переходов и остановок.

Автор

Заболотная Алеся Александровна,

ученица 10 класса

Научный руководитель

Добрынина Екатерина Николаевна,

учитель физики

г. Нижний Новгород

2021 г.

Оглавление

I. Введение	3
II. Основная часть.....	5
Что такое пьезоэлектрический эффект?	5
Мировой опыт получения и использования альтернативной энергии.....	6
Проектная документация	9
III. Заключение	11
Источники информации	12
Приложение	13

I. Введение

Актуальность. Все мы можем наблюдать весьма нерадостную картину, как в вечернее время на автодороге пешеходы перебегают по неосвещенным переходам и ожидают автобуса часто просто на обочине, правда под знаком автобусная остановка. Особенно жаль бывает пожилых людей, долго ждущих свой автобус осенью под дождем или зимой. А мамы с маленькими детьми или старые люди, которые просто не в состоянии быстро двигаться, вынуждены с опасностью для жизни переходить дорогу в темноте! Мы можем наблюдать это явление на любой загородной трассе и в любом населенном пункте.

Например, участок дороги, напротив деревни Банниково в Богородском районе. (Приложение Рисунок 4. Участок федеральной дороги с пешеходным переходом). Никаких фонарей поблизости нет, а люди, чтобы добраться в город Нижний Новгород, вынуждены иногда просто перебегать двухполосную дорогу. Интенсивность на Богородской трассе довольно высокая, на генеральном плане района автодорога числится как Р – 158, разрешенная скорость 90 км. в час. Вот и представим себе, что даже водитель, соблюдающий правила дорожного движения и скоростной режим, соответственно, в темноте на высокой скорости может не заметить пешехода или не успеет затормозить. Другое дело, если бы все пешеходные переходы были освещены, как это и предписывается законодательством!

Я понимаю, что, к сожалению, экономически невыгодно вести ради одного – двух фонарей электрическую линию издалека, как в случае с остановками у деревни Банниково и другими подобными, нет достаточных средств в бюджете района, области, а может и нашей большой страны. Но, что, если попытаться объединить усилия государственной власти и энтузиастов, изобретателей, просто неравнодушных людей.

Цель моей работы: проанализировать способы получения альтернативных источников энергии для создания проектных условий

освещения автобусных остановок и пешеходных переходов на федеральных трассах.

Гипотеза: можно получить дешевую электроэнергию, применяя идею извлечения электричества при трении и использования пьезоэффекта.

Объект исследования: альтернативные источники энергии.

Предмет исследования: виды, а также способы применения пьезогенераторов на практике. Суть пьезоэффекта.

Задачи исследования:

1. Изучить физические основы пьезоэффекта
2. Изучить мировой опыт использования данного явления для получения альтернативной энергии.
3. Исследовать состояния пешеходных переходов в ближайшем районе.
4. Разработать проектную документацию для пешеходного перехода.

Практическая значимость: выяснить возможность использования пьезогенераторов для освещения пешеходных переходов.

Методы исследования:

1. Анализ литературы и сайтов интернета по данной теме.
2. Анкетирование одноклассников.
3. Анализ полученных результатов и их обработка.

II. Основная часть

Что такое пьезоэлектрический эффект?

Пьезоэлектричество было открыто в 1880 году братьями Жаком и Пьером Кюри. Они заметили, что при давлении на кварц и некоторые другие кристаллы образуется электрический заряд. Позже это явление получило название пьезоэлектрического эффекта.

Термин пьезоэлектричество происходит от греческого слова «пьеzo», что обозначает сжатие.

Данный эффект можно наблюдать в кристаллах естественного происхождения (турмалин, кварц и т.п.), и в выращенных искусственно. Причем список таких кристаллов до сих пор пополняется.

Оказывается, если такой кристалл начать растягивать или сжимать в определенной плоскости, то на гранях образуется электрический заряд с небольшой разностью потенциалов.

В момент сжатия или растяжения, по проводнику, подключенному к противоположным граням, пройдет небольшой электрический импульс. Это и есть проявление пьезоэлектрического эффекта. Но импульс не будет наблюдаться, если на кристалл оказывать постоянное давление.

Удивительно, но пьезокристаллы обладают отличной упругостью и без всяких инерционных колебаний возвращаются в первоначальное положение, если снять деформирующее воздействие.

Если на кристалл, находящийся под давлением, приложить еще большее усилие, или снять его, то сразу же появится электрический импульс.

Нужно отметить, что на момент открытия эффекта сила тока от колеблющегося кристалла была ничтожна, но с приходом современных технологий, когда ток можно усилить в сотни раз, проблема была устранена и в настоящее время пьезоэлементы широко используются.

Пьезоэффект может быть прямым и обратным. Обратный пьезоэффект заключается в том, что если к кристаллу приложить электрическое напряжение, то он деформируется, расширится или сожмется. А прямой проявляется в возникновении электрического заряда, если к кристаллу приложить механическое усилие. Такой кристалл действует как миниатюрный аккумулятор.

Мировой опыт получения и использования альтернативной энергии

Ученые всего мира давно работают над весьма важным направлением, получением энергии от альтернативных источников.

Известно, что трение двух разнородных материалов друг об друга часто приводит к появлению статического заряда. Ученые называют этот феномен «Трибоэлектрическим эффектом» и пытаются использовать его для выработки электричества. Правда в настоящее время такие разработки обладают очень низким КПД, что делает их применение в быту и промышленности пока экономически нецелесообразным.

Группа китайских физиков под руководством Чжуна Вана из института Наноэнергии Наносистем КАН в г. Пекин увеличила мощность и эффективность подобного способа «выработки» электричества в несколько десятков раз, создав необычный трибоэлектрический генератор (ТЭГ). Правда такой ток не подходит для питания электроники и других приборов – у него очень высокое напряжение и крайне низкая сила тока. Но его накапливают в специальном токоприемнике, где он преобразуется в постоянный ток.

Экспериментальный прототип ТЭГ зарекомендовал себя очень даже положительно – его КПД достигает около 24%, что в десятки раз выше предыдущих рекордов! А мощность – около 1,5 Ватт и это позволяет использовать его для питания автономной электроники или, например, зарядки телефона (ресурс Ria.ru)

Также, одним из альтернативных источников в ближайшем будущем, может стать пьезоэлектрический наногенератор, преобразующий энергии различных источников.

Данное устройство было разработано учеными Индийского технологического института Харагпур (ИТ), их имена Бхану Бхусан Хатура и Суманта Кумар Каран.

Устройство уже имеет очень высокую эффективность преобразования энергии – 62%, высокий входной ток - более 12 микроампер, напряжение около 61 В и мощность более 9 мВт. К примеру, этих показателей достаточно, чтобы использовать вырабатываемую энергию для освещения, её хватит на 100 микроваттных светодиодов. Чтобы изготовить наногенератор, исследователи создали две тонкие пленки, изготовленные путем смешивания витамина В₂ и фторопласта, покрытие наносилось методом центрифугирования. Пленки с электродами, прикрепленными и разделенными нейлоновой сеткой, затем склеивают. Это устройство обладает высокой чувствительностью, хорошей гибкостью и долговечностью. Оно чувствительно даже очень к небольшим внешним воздействиям, таким, как воздушный поток, прикосновение, изгиб. При нажатии пяткой устройство выдает 58 Вольт, а при помещении его под работающую, т. е. едущую машину около 80 Вольт! (данные результаты были опубликованы на ресурсе Nano Energy).

Подобные технологии (преобразователи энергии) уже используются в Японии, например, при размещении устройств на танцполе, последний при активном движении по нему начинает светиться.

В России теперь есть аналогичное изобретение. Профессор Тимофей Лупейко разработал прибор, способный от низкочастотной вибрации вырабатывать электроэнергию мощностью до десятой ватта за одну генерацию. До этого речь шла о милливаттах. Дело в том, что пьезошагогенератор работает на основе созданного в университете нового

пьезоактивного материала. Это мини-прорыв к превращению в электроэнергию движения проезжающих автомашин и пешеходов.

Мне пришла в голову мысль, что можно использовать достижения ученых, в частности идею извлечения электричества из энергии трения и использовать пьезоэффект на благо жителей сельских районов, в частности. Богородского района.

Так, если на экспериментальном участке автомобильной дороги с высокой интенсивностью движения заложить под полотно (асфальт) пьезоэлектрические пластины, соединить их с неким накопителем энергии (вроде конденсатора) на обочине дороги рядом с пешеходным переходом и автобусной остановкой, а рядом установить столб, на котором будет располагаться осветительный прибор (фонарь, энергосберегающая лампа с четко настроенным датчиком, реагирующим на наступление сумерек и темноты), который будет работать от устройства, запасящего электроэнергию (по принципу ТЭГ – трибоэлектрического генератора), а энергия будет вырабатываться за счет движения автомобилей, проезжающих по участку дороги, оснащенный пьезоэлектрическими наногенераторными пластинами, закатанными под верхний слой асфальта!

Таким образом мы сможем освещать в темное время суток пешеходные переходы на автодорогах с высокой интенсивностью движения без использования стандартных электросетей. Такой "умный" пешеходный переход световым миганием будет сопровождает пешеходов в темное время суток, чтобы водитель мог издали заметить человека и снизить скорость. В этом в основном и состоит моя идея и предложение по энергосбережению ресурсов.

Проектная документация

Представим себе, что под асфальтовым покрытием в зоне предполагаемого расположения колес автомобилей, так называемая водителями «колея», проложены пьезоэлектрические пластины на условную длину 10 метров, а ширина каждой полосы, под колесо – условно 0,5 метра. Далее, от них проведен некий соединитель, нам понятно слово провод или кабель, который передает энергию в преобразователь (трибоэлектрический генератор), накопитель и далее по проводу на столб и к осветительному прибору и/или на иные нужды, например, на освещение, небольшой подогрев остановки или куда сочтут необходимым инженеры. (Приложение, рис. 1)

Кому-то идея может показаться нереализуемой, затратной и вообще фантастической. Но хочу отметить, что подобные экспериментальные участки дорог уже существуют в Японии и проходят апробацию в России. В Японии использован подобный принцип «добычи» энергии, а именно в дорожное полотно заделаны некие нанотрубки, от которых энергия собирается в накопители и используется для нужд населения.

Конечно, необходимы кропотливые и точные расчеты, которые не под силу школьнику, но важна идея! А стоимость пьезоэлектрических пленок или пластин (в зависимости от толщины) не так высока, как может показаться, и с развитием массового производства гарантированно будет уменьшаться. В настоящее время Россия является крупнейшим производителем нанотрубок (Новосибирская область), задумайтесь, в мире! А именно их использовали китайские ученые, для изготовления ТЭГа (трибоэлектрического генератора).

В дополнение к освещенному пешеходному переходу возможно использовать вырабатываемую энергию и на освещение и частичный обогрев остановки. Мне хочется верить, что в недалеком будущем в нашей стране не будет вандалов, крушащих по глупости или злобе памятники, выбивающих стекла. Но пока, что имеем...

Поэтому появилась идея изготовить остановку на металлическом каркасе, с покрытием из переработанного пластика, не поликарбонат, но

подобное, скругленной формы, чтобы осадки стекали и сдувались, желательно закрытую, частично на случай непогоды и зимы и частично открытую – на летний период (Приложение, рис 2). Между двумя слоями пластика можно поместить всторонные (запаянные на производстве) светодиоды, ленточные или пленочные, пластинчатые накопители энергии, можно использовать микс, смешать две технологии, одна полоса светодиод, работающий от пьезоэлектрического наногенератора под участком автодороги, а вторая полоса будет накапливать свет, как мини солнечная батарея, в светлое время суток, а в темное время использовать. Причем речь идет не о полноценных солнечных батареях, а о бюджетных пластинах, используемых, например, для садовых светильников. (Приложение, рис 3).

В Приложении на рисунке 5 схема развития населенного пункта, пос. Новинки, где я живу, для понимания, что не только в приведенном примере с остановками у д. Банниково было бы актуально реализовать предложенные идеи, а, например, известная многим спортивная деревня Новинки, напротив жилого комплекса Окский берег, уже густо заселенного. Там тоже люди пересекают дорогу в темноте и стоят на продуваемых всеми ветрами остановках.

III. Заключение

По результатам изучения и опытного исследования данной темы можно сделать вывод о том, что цели и задачи, поставленные в начале работы, были реализованы. Я проанализировала способы получения альтернативных источников энергии для создания проектных условий освещения автобусных остановок и пешеходных переходов на федеральных трассах, убедилась в том, что пьезогенераторы являются перспективными в практическом использовании. Мною разработан проект «умного» пешеходного перехода и остановки.

Источники информации

1. Мякишев Г.Я., Синяков А.З. Физика: Электродинамика. 10-11 кл.:учеб. для углубленного изучения физики.-3 изд. М.:Дрофа, 1998.
2. Элементарный учебник физики: Учебное пособие. В 3-х т./Под ред. Г.С.Ландсберга. Т.П. Электричество и магнетизм.-10-е изд., перераб.-М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1986.
3. <https://zen.yandex.ru/media/energofiksik/cto-takoe-pezoelektricheskii-effekt-i-kak-ego-ispolzuiut-5cab7a7a084e0800aff6323b>
4. <https://books.ifmo.ru/file/pdf/2192.pdf>
5. <https://yandex.ru/turbo/ooevna.ru/s/pezoelektriceskij-effekt-i-ego-primenenie-v-tehnike/>

Приложение

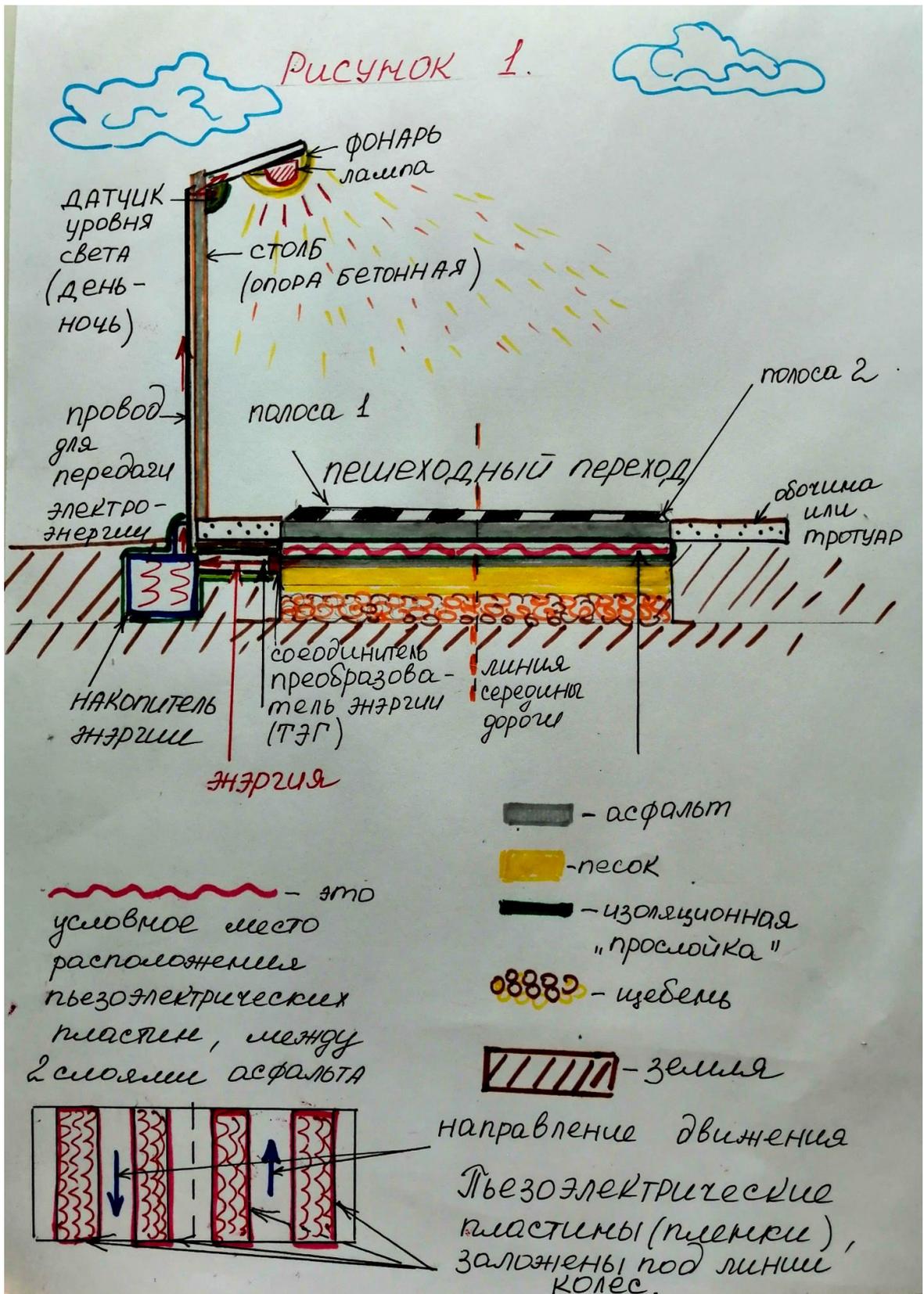


Рисунок 1 Схема устройства пешеходного перехода

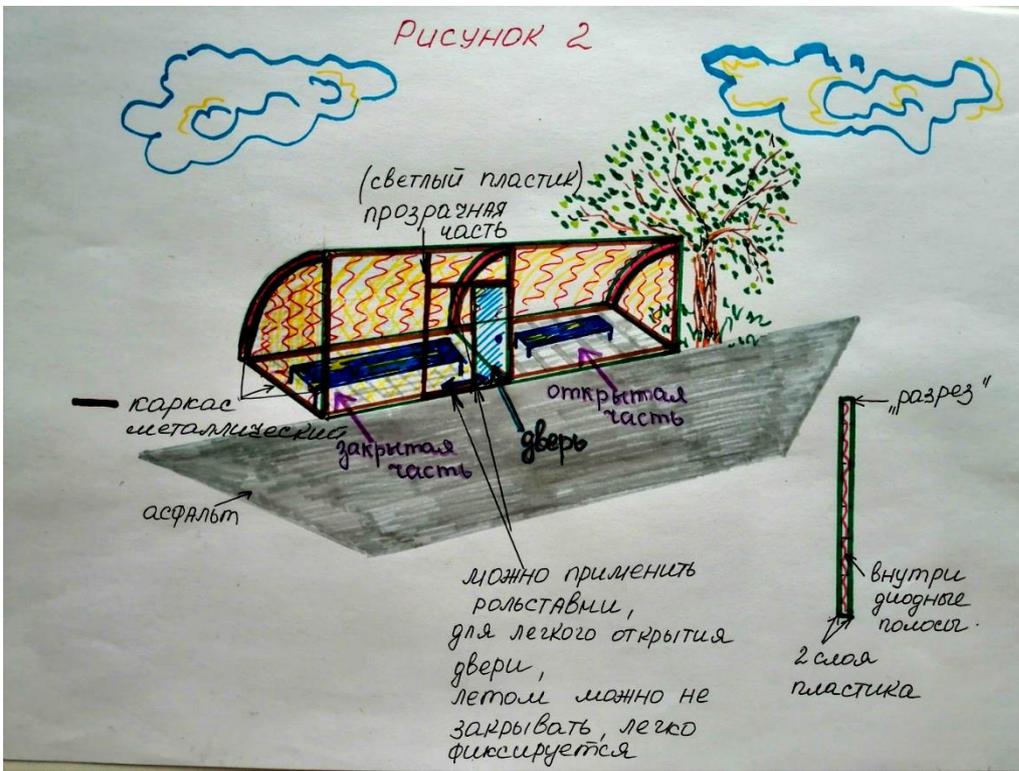


Рисунок 2. Рисунок "умной" остановки

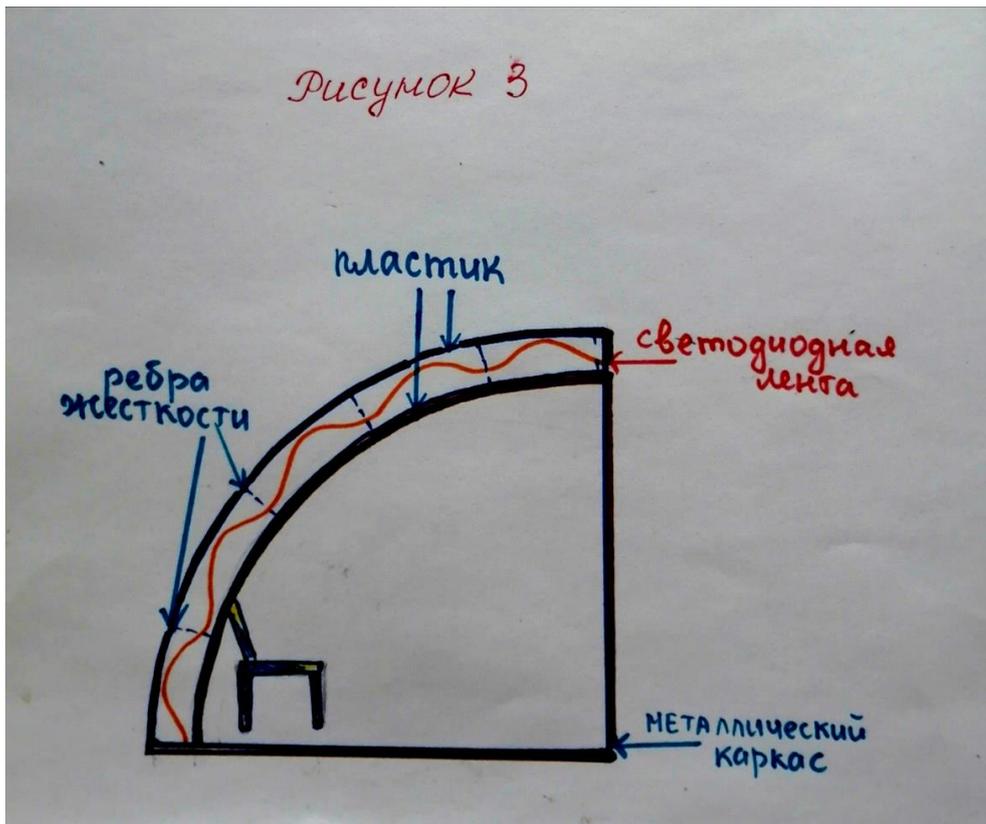


Рисунок 3. Схема остановки

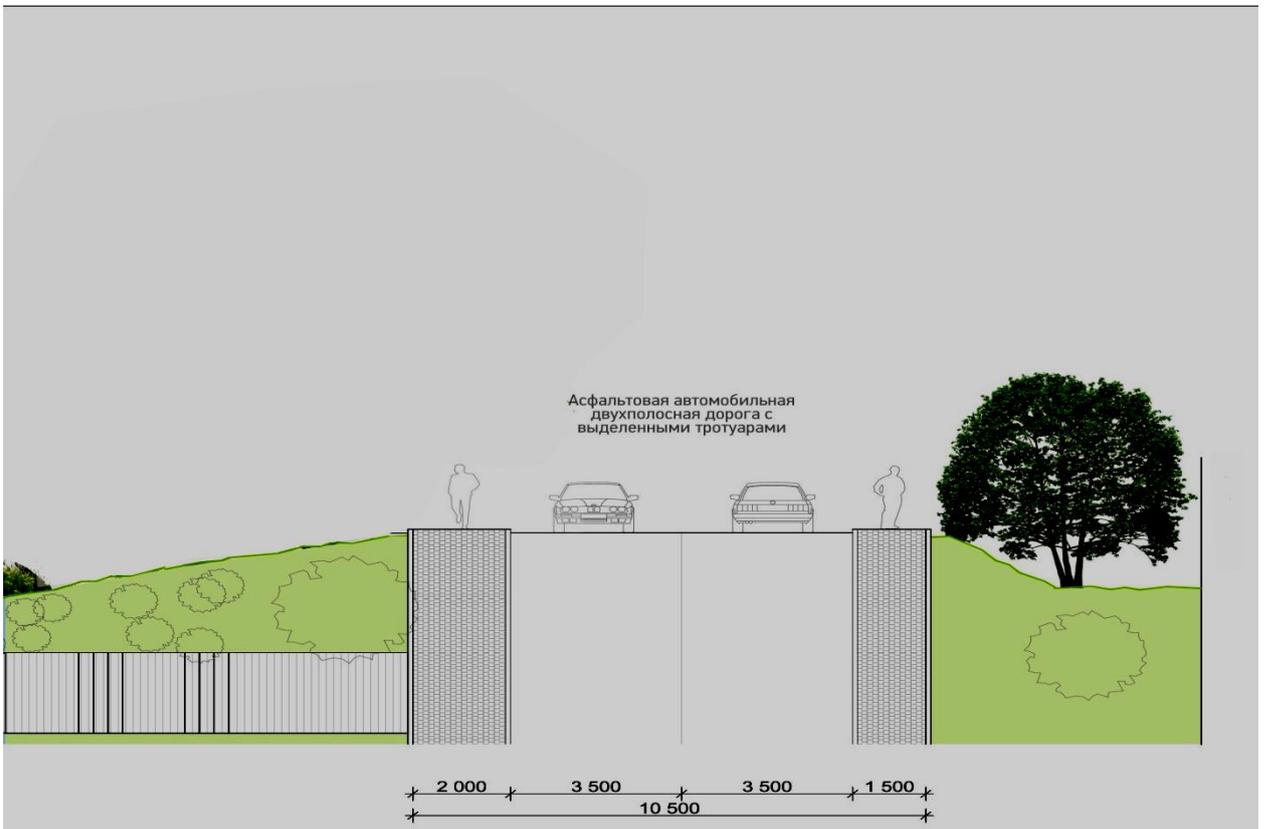


Рисунок 4. На этой схеме представлена автодорога Р -158 с указанием примерных размеров дороги и возможной тротуарной части, дорога изображена в виде сверху (программа Фотошоп, т. к. 3D MAX пока для меня слишком сложен).



Рисунок 5. Генеральный план застройки ЖК «Окский берег». Федеральная трасса Нижний Новгород-Касимов



Рисунок 6. Пешеходные переходы и предполагаемое освещение трассы вне населенного пункта

