

Научно-исследовательская работа

Экология

«Умная» система сбора отходов

Выполнил:

Дулотин Никита Александрович,

учащийся 4 класса

МБОУ ГЮЛ №86, Россия, г. Ижевск

Руководитель:

Карпова Светлана Анатольевна,

учитель начальных классов,

МБОУ ГЮЛ №86, Россия, г. Ижевск

Оглавление

Введение.....	3
1. Основная часть.....	5
1.1. Smart city.....	5
1.2. «Умные» решения в экологии.....	7
1.2.1. Возобновляемая энергия.....	7
1.2.2. Возобновляемые ресурсы.....	10
1.2.3. Культура обращения с отходами в России и европейских странах.....	11
1.3. Экологичное решение по обращению с отходами.....	14
1.4. Актуальность «умной» системы сбора отходов.....	16
1.4.1. Исследование «Содержимое мусорной корзины».....	16
1.4.2. Анкетирование.....	16
1.5. Описание экологичного комплекса по автоматической сортировке отходов на базе LEGO Mindstorms EV3	19
1.5.1. Состав автоматизированного комплекса	20
1.6. Преимущества экологичного комплекса по автоматической сортировке отходов.....	24
Заключение.....	27
Список использованной литературы.....	29
Приложение 1.....	30
Приложение 2.....	31
Приложение 3.....	32

ВВЕДЕНИЕ

Изменение климата, загрязнение окружающей среды, ухудшение здоровья людей, рост потребления - всё это связанные между собой процессы, причина которых в сложившейся модели экономики: взял, произвёл, выбросил. Человек – это только часть природы. Мы живем в ней. Мы берем от нее все необходимое. Но забываем о простом, о заботе.

Smart City — тренд, который определяет и будет определять развитие инфраструктуры мегаполисов, это бережливый мегаполис, который расходует ресурсы разумно и правильно. Например, популяризация и обеспечение внедрения технологий раздельного сбора мусора, использование инновационных технологий автоматической сортировки и экологичных способов утилизации отходов – это направления, которые помогут создать здоровую, комфортную среду для жизни людей. Внедрение даже самых распространенных решений для умного города может положительно влиять на экологическую обстановку.

Вот уже 5 лет мы с родителями на постоянной основе разделяем дома отходы - это очень просто. Выкинуть бумагу, пластиковую бутылку или стекло в мусорное ведро для нас просто неприемлемо – все на переработку, увозим в баки для раздельного сбора отходов (далее - РСО), на эко-акции. А почему это важно, да потому, что отходы могут быть сырьем, а не просто мусором, из них можно сделать новые вещи, сэкономив при этом ресурсы.

Изучение темы привело к вопросу «А на самом ли деле ответственное, возобновляемое использование ресурсов, энергии поможет сохранить здоровье каждого, природу в целом?».

Определена проблема – отсутствие экологичных способов утилизации отходов.

В рамках работы определен объект исследования - это процесс автоматической сортировки отходов и экономия энергии, а предмет исследования – экологичный комплекс по автоматической сортировке отходов.

Цель работы:

Разработка экологичного комплекса по автоматической сортировке отходов на базе LEGO Mindstorms EV3.

Для реализации поставленной цели определили ряд задач:

- Изучить организацию текущего процесса сортировки отходов;
- Провести опросы горожан о принципах «умного города», в т.ч. экологичного образа жизни;
- Изучить виды возобновляемой энергии;
- Изучить практический опыт жителей г. Ижевска и жителей других стран по обращению с отходами.
- Сконструировать экологичный комплекс по автоматической сортировке отходов на базе LEGO Mindstorms EV3.
- Апробировать в действии экологичный комплекс по автоматической сортировке отходов, запрограммировав собранную модель в программной среде LEGO Mindstorms EV3.

Мы предположили гипотезу, что "умные" технологии сортировки отходов могут положительно повлиять на экологическую обстановку.

Для проверки гипотезы мы применяли следующие методы:

- изучение информации;
- анкетирование и опросы;
- конструирование и программирование.

1. Основная часть.

1.1. Smart City

Изначально Smart City рассматривали как возможность защитить окружающую среду от губительного влияния человека. Прошло два десятка лет, и сегодня "Умный город" - это уже тренд.

По оценкам ООН, к 2050 году 67% населения Земли будут проживать в городах (Рис. 1). Уже сейчас некоторые мегаполисы мира перенаселены. Муниципалитеты не справляются с уборкой мусора, поставка коммунальных ресурсов и электроэнергии от района к району неоднородна и т.д.

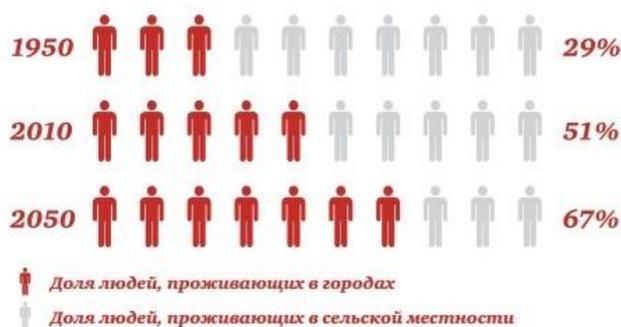


Рисунок 1. Население в городах

Процесс урбанизации не остановить, поэтому нужно обеспечить комфорт и безопасность.

Вот ряд преимуществ «умного» управления городом (Табл.1):

Таблица 1.

Преимущества «умного» управления городом

Оптимизация работы транспортной системы	Нет опозданий, пробок, минимизация аварий на дороге, экономия расхода топлива или полная экологичность транспорта (электротранспорт).
Энергоэффективность и экономия используемых ресурсов	От электроэнергии до воды. Использование альтернативных источников энергии.
Упрощение многих процессов	Оплата коммунальных счетов онлайн, сбор информации со счетчиков без вмешательства человека, быстрый поиск парковочного места и т.д.
Повышение комфорта и уровня жизни	Умные дома, беспилотные автомобили, управление многими процессами в доме, офисе одним нажатием кнопки на смартфоне.
Экологическая безопасность	Умная утилизация отходов. Экологичный общественный транспорт.

Рейтинг самых умных городов 2020 года составили эксперты бизнес-школы Университета Наварры в Испании (IESE Business School). Каждый город оценивался по 101 параметру, среди которых мобильность и транспорт, человеческий капитал, международные связи, сплоченность граждан, городское планирование, экономика и окружающая среда.

В нем приняли участие 174 города из 80 стран. Москва заняла 87 позицию. В число 10-ти самых «умных» городов в мире вошли Гонконг, Сингапур, Амстердам, Берлин, Копенгаген, Рейкьявик, Токио, Париж, Нью-Йорк, Лондон [5].

Проект «Умный город» реализуется в 209 городах России. Города во всем мире «умнеют» постепенно благодаря внедрению систем мониторинга транспорта, смарт-видеокамер, способных обучаться и распознавать объекты, специальных индикаторов и датчиков для сбора и обмена информацией и т.д.

Ижевск – не исключение. Ижевск поднялся на 15 позиций и занял 14-е место в рейтинге «IQ городов» среди 65 населенных пунктов России в категории «Крупные города» с численностью 250 тыс. – 1 млн человек. Данные индекса по итогам 2020 года представил Минстрой России [13].

За 2020 год в Ижевске региона внедрены новые системы и сервисы:

- В системе автоматического контроля за передвижением и работой коммунальной, дорожной и иной специализированной техники с использованием систем навигации и фотовидеофиксации появилась возможность расчета логистических маршрутов и контроля за несанкционированным отклонением техники от маршрута.

- Система видеонаблюдения аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» была дополнена функцией биометрической идентификации.

- Обновился функционал системы интеллектуального учета коммунальных ресурсов возможностью по выявлению фактов аварийных ситуаций с последующим контролем исполнения. Также поэтапно создается система

интеллектуального управления дорожным движением и навигационно-информационная система.

Внедрение «умных» решений по аналогии с уже реализованными позволит и нашему городу стать «умнее» и комфортнее для проживания жителям города.

1.2.«Умные» решения в экологии

«В 2020 году значительное внимание изобретателями было уделено в нескольким направлениям, в том числе: переработка вторсырья в материал, который можно повторно использовать, создание экологически безопасного материала, получение топлива из вторсырья и экологического сырья, получение энергии с использованием альтернативных источников и технологии очищения загрязненных водных поверхностей», — отмечает Татьяна Эриванцева, замдиректора Федерального института промышленной собственности (ФИПС), отвечающего за охрану и использование интеллектуальной собственности в России.

1.2.1. Возобновляемая энергия

Идея «умного» города неразрывно связана с «зеленой» энергетикой, поскольку последняя способствует созданию для жителей благоприятной среды, уверены аналитики Deloitte [3]. В своем исследовании «Возобновляемая энергия для «умных» городов: пища для ума» они создали концепт Smart Renewable City (SRC) — «умного» города с автономной энергосетью из возобновляемых источников.

На данный момент на «зеленую» энергетику приходится треть всей получаемой в мире энергии.

Виды альтернативных источников энергии [1]:

1. Солнечная энергия: Фотоэлектрические модули на крыше или на открытых территориях преобразуют солнечный свет в электрическую энергию. Солнечные коллекторы вырабатывают тепло для отопления и производства

горячей воды, а также для кондиционирования воздуха. Солнечные панели могут вырабатывать энергию и в пасмурную погоду, и даже в снегопад.

2. Энергия ветра: Современные ветрогенераторы вырабатывают электроэнергию за счет энергии ветра.

3. Энергия воды: С конца XIX века энергию воды активно используют для получения электроэнергии.

4. Геотермальная энергия: Геотермальная энергия использует тепло Земли для производства электричества.

5. Биоэнергетика: Тепло, электричество и топливо могут производиться из твердой, жидкой и газообразной биомассы.

6. Энергия приливов и отливов

Количество возобновляемой энергии с каждым годом становится все больше (Рис.2).

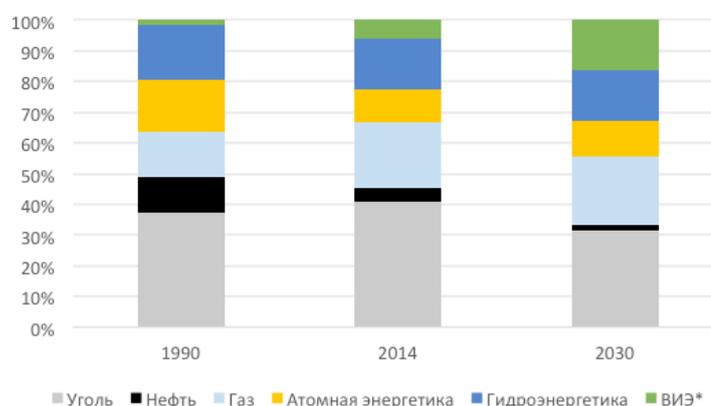


Рисунок.2. Доли различных видов топлива в мировой генерации электроэнергии / Международное Энергетическое Агентство, прогноз на 2030 год в сценарии New Policies

Евросоюз впереди планеты всей по доле электроэнергии, производимой из возобновляемых источников. Так, в 2018 году в Германии из возобновляемых источников было произведено 38 % электроэнергии!

Крупные несырьевые компании поддерживают использование возобновляемой энергии.

Компания IKEA стремится к 2030 году стать полностью благоприятной для климата, опираясь на возобновляемые источники энергии.

Apple — крупнейший владелец солнечных электростанций, и за счёт возобновляемых источников энергии работают все дата-центры компании.

Торговая сеть «Пятерочка» реализует проекты по переходу на возобновляемую энергию.

Местная компания TASTY COFFEE на кровле производственного комплекса в нашем городе Ижевске поставила первую очередь солнечных батарей мощностью 40 кВт, поэтому пионером солнечной энергетики у нас в регионе выступит именно кофейная компания (солнечные панели для производства собственной электроэнергии, как экономия расходов на электроэнергию и бесперебойная подача электроснабжения).

Основным плюсом абсолютно всех альтернативных источников энергии является их экологичность. Во время работы подобных станций не происходит никаких вредных выбросов в окружающую атмосферу. Также установка большинства типов станций не вредит окружающему ландшафту.

Еще один неоспоримый плюс альтернативных источников энергии – их неисчерпаемость. То есть, установка любой станции будет гарантированно обеспечивать необходимым количеством электроэнергии тут или иную территорию в течение неограниченного времени.

В Удмуртской Республике действует подпрограмма «Развитие использования возобновляемых источников энергии в Удмуртской Республике» государственной программы «Энергоэффективность и развитие энергетики в Удмуртской Республике» на 2015-2024 годы, задача которой - это увеличение доли возобновляемых источников энергии и повышение экологической безопасности в Удмуртской Республике.

Кроме всего, в нашем городе есть не только спрос на возобновляемые источники энергии, но и предложение: ижевская компания ООО "Деалан Энерго" производит альтернативные источники энергообеспечения: тихоходные генераторы, ветросолнечные опоры освещения, мини ГЭС, светроэлектрические

установки (ветрогенераторы), фотоэлектрические модули (солнечные панели или батареи) и т.д.

Использование энергии солнца и ветра лучше всего соответствует концепции «умного» города, нацеленной на создание наиболее благоприятной среды для жителей.

1.2.2. Возобновляемые ресурсы

Природные ресурсы считаются возобновляемыми, если их запас восполняется быстрее, чем расходуется. К возобновляемым в настоящее время относят также ресурсы, которые можно использовать несколько раз. Например, пластмассу можно использовать несколько раз, перерабатывая и изготавливая новые изделия.

В России ежегодно образуется 60 млн т твердых бытовых отходов. Из них 40-60% — это ценное сырье, пригодное для переработки, но на деле перерабатывается лишь 5% [2]. Оставшиеся объемы практически полностью отправляются на мусорные полигоны, их около 15 тыс. в России, и свалки, их около 17 тыс. Незначительная часть попадает на мусоросжигательные заводы. Площадь свалок и полигонов в нашей стране более 4 млн га — немногим меньше площади Нидерландов.

Может ли каждый из нас хоть как-то снизить это влияние на природу?

Одно из правил *Zero waste* - RECYCLE: перерабатывай то, что не получается использовать повторно. Не ленись разделить мусор и сдать его на переработку, а не отправить на свалку. Макулатуру, стекло, пакеты, пэт-бутылки, тетрапак, алюминиевые банки – все можно переработать.

Такая экопривычка, как отдельный сбор отходов, несомненно, полезна всем и каждому. Например, из мусора можно сделать новые вещи, потратив меньше природных ресурсов. Для примера: 1 кг. макулатуры превращается в 3 альбома для рисования. А чтобы изготовить один лист формата А4 из древесины нужно затратить 2 стакана воды, а из макулатуры – 1 стакан воды. То есть,

сдавая макулатуру, мы бережем не только деревья, но и сокращаем количество воды, нужной для изготовления бумаги. Отходам стекла также не место на мусорных свалках, ведь они — полезное вторсырье. Качества стекла при переработке не ухудшаются. Стеклянную бутылку можно полностью переплавить в новую бутылку такого же цвета. Так, каждая тонна переработанного стекла экономит более тонны сырья: 650 кг песка, 186 кг соды, 200 кг известняка. Интересный факт: энергия, сэкономленная при переработке одной стеклянной бутылки, позволяет гореть стоваттной лампочке в течение четырех часов.

1.2.3. Культура обращения с отходами в России и европейских странах.

Нужно отметить сложности вторичного использования отходов в нашей стране, городе:

- неорганизованность сбора вторичного сырья и низкая культура сортировки мусора у граждан. Например, стеклянные отходы бьются и загрязняются, когда кидаешь их в мусорные баки или баки без сортировки по видам отходов. Бой стекла отсортировать уже практически невозможно, т.е. это превратится просто в мусор на свалке.

В нашем городе отдельный сбор мусора организован, для жителей есть минимум 3 варианта, кроме мусорки, куда предпочтительнее выносить отходы (Табл. 2) [11].

Выбор, куда сдать отходы стекла, у горожан всегда есть, но вот привычки к сортировке отходов пока нет.

Рис.3 наглядно показывает, насколько пока низкий уровень культуры обращения с отходами в России.

Жители Западной Европы привыкли разбирать отходы на 5–6 фракций. Во дворах стоят контейнеры для картона и бумаги (вместе или отдельно), стекла,

металла, пластика, органических отходов и смешанных ТКО (самый большой объем).

Таблица 2.

Варианты для раздельного сбора отходов в г. Ижевск

	<p>Баки для раздельного сбора отходов (ЖК Ключевой поселок, площадка City fest) – отсортированные отходы едут сразу к переработчикам сырья. «+» в том что отходы люди приносят заранее отсортированные, кладут в нужные баки.</p>
	<p>Баки для сбора вторсырья (Регоператор Удмуртии) – вторсырье едет на полигон для сортировки (установлено уже более 700 шт. в ижевских дворах). В них можно сдать пластик, стекло, металл, тетрапак, полиэтилен. Но есть трудности сортировкой уже на полигоне, т.к. нередко люди выкидывают в баки все без разбора, без сортировки.</p>
	<p>Пункт покупки вторсырья «Экодом» (у «Семейного Магнита» по адресу: ул. Молодежная, 107а) – вторсырье принимается за деньги, отсортированные отходы едут сразу к переработчикам сырья.</p>
	<p>«+» в том, что отходы люди приносят заранее отсортированные. Но «-» в том, что используется ручной труд для сортировки принимаемого сырья.</p>

Например, в Швейцарии отдельные виды мусора (игрушки, одежду и обувь, батарейки, лампы, переходники, электроприборы, капсулы для кофе, мебель, диски и дискеты) люди обязаны за свой счет вывозить на специальные сортировочные пункты. В Германии ненужную бытовую технику можно выставить у порога дома в определенный день, ее заберет спецтранспорт (или сосед).



Рисунок 3. Что делают с отходами в разных странах

Нарушения наказываются штрафами – в Германии в 35 евро может обойтись один брошенный мимо урны окуроч. А если мусор сортируется некачественно (например, бумага смешивается со стеклом или органикой), компания, занимающаяся вывозом мусора, увеличит тариф всем жителям района, а то и вовсе откажется его обслуживать.

В Швеции и в новых городских кварталах Финляндии для транспортировки отходов применяется подземный мусоропровод. Накопившиеся в подземном баке отходы несколько раз в сутки мощным воздушным потоком направляются в канализационный туннель, по которому выносятся на центральную станцию приема мусора. Там он прессуется по контейнерам и направляется на станцию переработки.

Что касается стеклянных отходов, для сравнения, в европейских странах стекло не только собирается отдельно, но и иногда, как в Бельгии, еще на этапе

сбора сортируется по цвету. Также сейчас там внедряются технологии, которые в полностью автоматическом режиме позволяют организовать сортировку стеклянного сырья, очистку и подготовку к переработке. А в Германии 97 % жилых территорий оборудованы контейнерами для стекла. Жители обязаны выбрасывать туда отходы стекла, в противном случае им будет выписан денежный штраф.

По словам Дениса Буцаева, главы Российского экологического оператора, одним из условий для реализации мусорной реформы является именно отдельный сбор отходов, который должен стать привычкой большинства жителей России.

Задача Удмуртии к 2022 году отправлять на сортировку до 40% своих отходов, на переработку 24% (по данным с сайта Регоператора Удмуртии).

Для многих понятие «умного» города ограничивается умным домофоном, электронным консьержем, приложением на телефоне, позволяющим обратиться в городскую администрацию и больницу через один и тот же интерфейс и умными светофорами, но необходимо не забывать о таких важных вещах, как здоровая экология.

Поэтому внедрение даже самого простого решения как отдельный сбор отходов для «умного» города положительно повлияет на экологическую обстановку в нашем городе.

1.3. Экологичное решение по обращению с отходами

Для эффективного обращения с отходами и увеличения доли вторичного сырья, попадающего на переработку, нужно автоматизировать процессы и использовать ИТ-технологии на всех этапах: при сборе, накоплении, логистике и переработке. Общество с высоким уровнем потребления не слишком-то готово заниматься грязным ручным трудом, придется потрудиться роботам.

Поэтому для подтверждения нашей гипотезы, что внедрение экологических способов утилизации отходов может положительно влиять на экологическую обстановку, мы разработали прототип экологичного комплекса по автоматической сортировке отходов на базе LEGO Mindstorms EV3, идея которого заключается в автоматизации отдельного сбора отходов (возобновляемые ресурсы), и работе комплекса на альтернативной энергии солнца и ветра (возобновляемые источники энергии).

Логика работы экологичного комплекса по автоматической сортировке отходов на базе LEGO Mindstorms EV3 такова:

На площадке по отдельному сбору отходов организован автоматизированный комплекс по сортировке стеклотары по цветам, отдельные баки для макулатуры, ПЭТ, тетрапак.

Работа баков по сортировке стекла будет запрограммирована на автоматизированную сортировку стекла. Используемый датчик света определяет цвет сдаваемой бутылки, микрокомпьютер фиксирует последовательность сдачи бутылок, и после этого он посылает команду на моторы, которые передвигают систему подачи и сортируют бутылки по различным контейнерам.

Инфракрасные датчики внутри баков для отходов следят за наполняемостью. Как только контейнер заполняется на 90%, подается звуковой сигнал в диспетчерскую о необходимости разгрузить бак.

И все это будет функционировать благодаря «зеленой» энергии. Вся затраченная энергия на комплекс по автоматической сортировке отходов вырабатывается несколькими ветряными турбогенераторами, чья мощность в реальном исполнении может достигать 8 МВт, что хватит для обеспечения энергией маленького города.

Такое решение отлично вписывается в концепцию smart city - "умного города", в котором диджитализация позволяет эффективно использовать ресурсы городского хозяйства (отдельный сбор отходов как способ получать вторресурсы для переработки) и экономить энергию и время.

1.4. Актуальность «умной» системы сбора отходов.

1.4.1. Исследование «Содержимое мусорной корзины».

Проблема роста объёма отходов и загрязнение окружающей среды остается острой. Статистика такова, что ежегодно каждый взрослый человек выбрасывает порядка 500 кг мусора, что приводит к росту свалок, ухудшению экологической среды.

Практический опыт начался с исследования мусорной корзины. Оказалось, что за неделю у нас дома набирается порядка 6,5кг мусора, большая доля из которых (1,6 кг.) – это стекло.



Рис. 4. Мусорная корзина

Сделать так, чтобы отходы попали в переработку, а не оказались на свалке - задача каждого из нас. И вообще, зачем выбрасывать то, что еще может послужить?

Наша семья все отсортированные отходы максимально вывозит в баки РСО (пункт РСО на площадке City fest/»Экодом»), откуда они уже направляются переработчикам для изготовления вторичного сырья. При этом, стекло у нас сортируется по цветам.

1.4.2. Анкетирование.

Актуальность выбора темы проекта подтвердилась итогами проведенного опроса горожан (в интервьюировании принимали участие родственники и

одноклассники). Горожанам были заданы вопросы через Google Forms (Приложение 1) по основным преимуществам «умного» города, отдельного сбора отходов, внедрения автоматизированных технологий в этот процесс. Всего опрошенных – 14 человек.

Итоги опроса горожан подтвердили вывод, что тема интересна и требуется ее освещение (Рис.5):

- в числе опрошенных есть те, кто вообще не знаком с такими понятиями как «Умный город» (50%) и «Экологическая безопасность» (14%);

- есть те, кто не применяет отдельный сбор (43%), т.к. не понимают важность этой привычки (57%);

- и радует то, что многие подтвердили факт возможности применения автоматизации в процессе отдельного сбора отходов.

Актуальность темы проекта подтвердилась также итогами проведенного опроса экспертов - экологов нашего города. В опросе принимали участие экоактивисты нашего города: эко-тренер Нуриева Диана, эко-блогер и куратор эко-проекта «Экодвор в Ижевске» Бачкова Ирина, основатель эко-движения «Зеленый паровоз» Шустова Лилия и представитель Регоператора Удмуртии Чураева Ольга.

В ходе опроса (Приложение 2) все единогласно ответили «ДА, согласны» в том числе на такие вопросы:

- Согласны ли ВЫ, что есть взаимосвязь здоровья человека с экологической безопасностью?

- Согласны ли Вы с тем, что "умные" технологии сортировки отходов (автоматизация отдельного сбора отходов + возобновляемые источники энергии) будут интересны населению, и способствуют дальнейшей популяризации РСО?

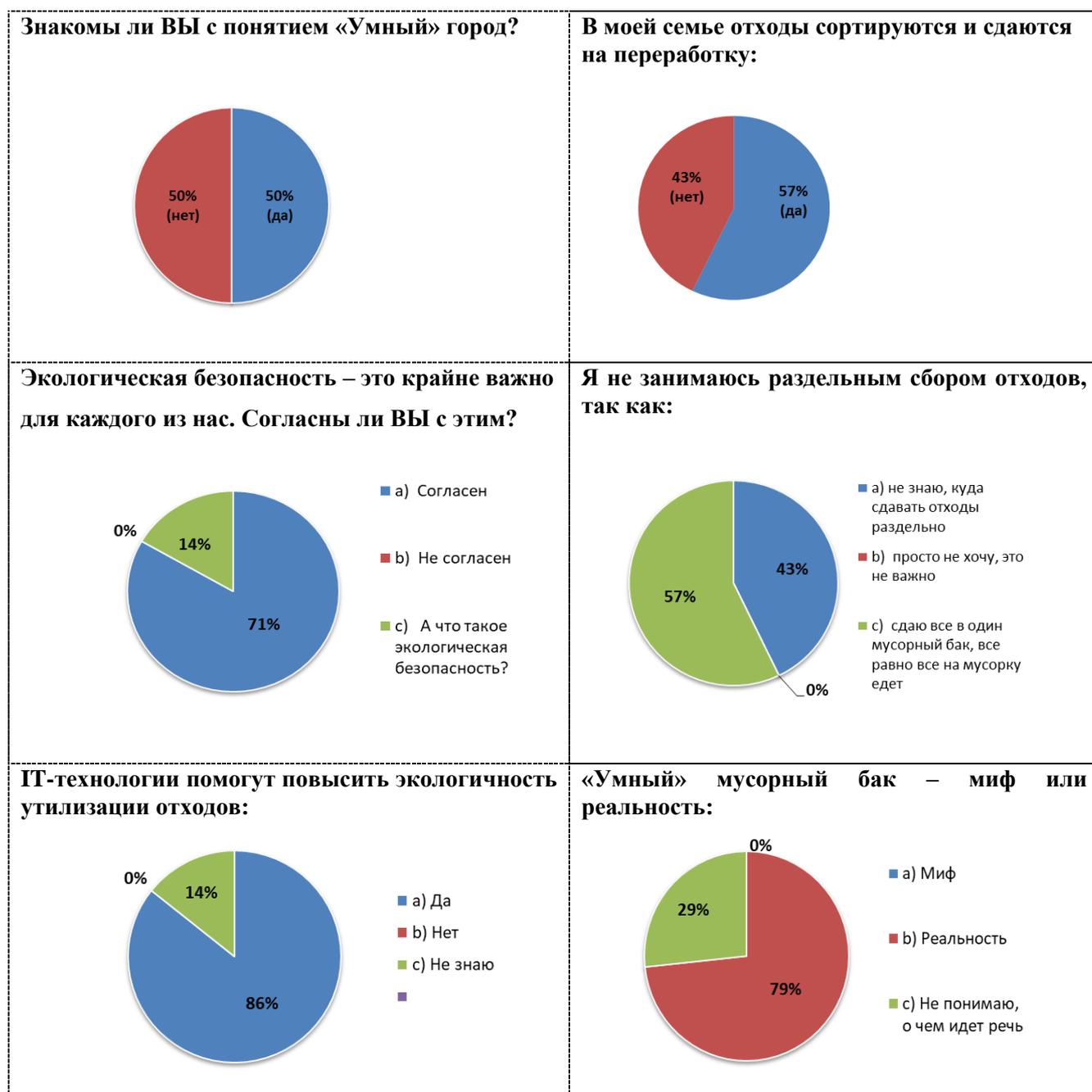


Рис.5. Итоги опроса горожан

Кроме этого, как оказалось, Администрация нашего города в 2021 году проводила онлайн-опрос горожан по определению перспективных направлений проекта «Умный город». На официальном сайте города Ижевска [13] горожане выбирали проекты, улучшающие качество жизни в городе, которые, по их мнению, должны быть реализованы в рамках проекта «Умный город» (Приложение 3).

На вопрос «Реализацию каких проектов Вы бы приветствовали в городе Ижевске?» 29 горожан из 86 опрошенных выбрали направление «Утилизация отходов»: умные мусорные контейнеры, которые информируют о степени наполненности.

Все проведенные опросы окончательно подтвердили, что актуальность проекта по применению преимуществ «умного» города, в частности, экономия используемых ресурсов и экологическая безопасность, несомненно, важны для улучшения качества и комфорта жизни горожан и требуют внедрения в нашу жизнь.

1.5. Экологичный комплекс по автоматической сортировке отходов на базе LEGO Mindstorms EV3

В рамках исследования был разработан экологичный комплекс по автоматической сортировке отходов на базе LEGO Mindstorms EV3 (Рис.6).



Рис.6. Комплекс по автоматической сортировке отходов на базе LEGO Mindstorms EV3

На площадке по раздельному сбору отходов организован автоматизированный комплекс по сортировке стеклотары по цветам, отдельные баки для макулатуры, ПЭТ, тетрапак. Автоматизация комплекса заключается в следующем:

- автоматизированная сортировка стекла. Датчик света определяет цвет сдаваемой бутылки для сортировки по различным контейнерам.

- ультразвуковой датчик в баках следит за наполняемостью контейнера и подает сигнал при его наполнении.

- энергия для работы комплекса вырабатывается солнечной батареей и ветрогенератором. Использование мультиметра в качестве аккумулятора позволяет не зависеть от погоды – заряд накапливается в солнечный и ветреный день и расходуется по мере необходимости.

1.5.1. Состав автоматизированного комплекса.

1. Микрокомпьютер EV3

Этот мощный микрокомпьютер (Рис. 7) позволяет контролировать моторы, собирать данные с различных датчиков, вычислять необходимые параметры и данные.



Рис. 7. Микрокомпьютер EV3

В нашем автоматизированном комплексе микрокомпьютер производит основные вычисления по схеме процессов.

2. Датчик цвета

Датчик цвета Lego EV3 (Рис. 8) позволяет расширить возможности станции.



Рис.8. Датчик цвета EV3

Датчик цвета Lego EV3 это отдаленный аналог глаза. Сенсор определяет яркость отраженного света или цвет. В нашей станции датчик цвета анализирует цвет сдаваемой бутылки/банки. На основании цвета, микрокомпьютер вычисляет действие, которое должен произвести серво мотор, и в какую емкость в итоге будет размещена сдаваемая бутылка/банка.

3. Большой серво мотор EV3

Большой серво мотор EV3 (Рис. 9) имеет встроенный датчик вращения с точностью измерений до 1 градуса, используя этот датчик, можно точно дозировать тягу и время работы мотора.

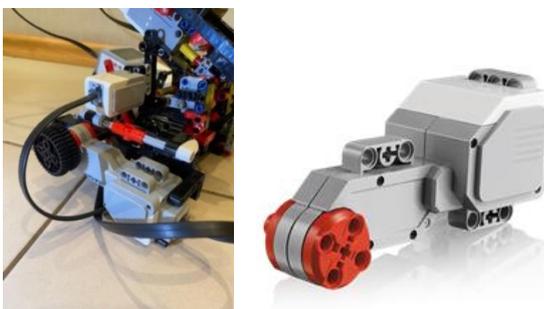


Рис. 9. Большой серво мотор EV3

В нашем комплексе большой серво мотор приводит в действие привод, который перемещает лоток со сданным стеклом (Рис. 10).

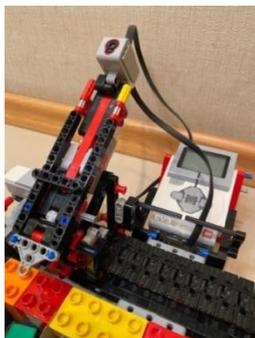


Рис. 10. Большой серво мотор

4. Средний серво мотор EV3

Средний серво мотор EV3 (Рис. 11) имеет встроенный датчик вращения с точностью измерений до 1 градуса.



Рис. 11. Средний серво мотор EV3

В нашем комплексе средний серво мотор EV3 приводит в действие подающий механизм, который подает из лотка бутылку в соответствующую емкость.

5. Ультразвуковой датчик

Назначение ультразвукового датчика - это определение расстояния до предметов, находящихся перед ним. Для этого датчик (Рис. 12) посылает звуковую волну высокой частоты (ультразвук), ловит обратную волну, отраженную от объекта и, замерив время на возвращение ультразвукового импульса, с высокой точностью рассчитывает расстояние до предмета. В нашем проекте датчик определяет заполняемость контейнера, что позволило бы оптимизировать процесс вывоза мусора и снизить эксплуатационные расходы коммунальных служб.



Рис. 12 Ультразвуковой датчик

6. Мультиметр

Мультиметр (Рис. 13) – это устройство, содержащее в себе батарею, которая может аккумулировать энергию, полученную от различных источников (в нашем проекте энергия солнца и ветра). Накопившуюся энергию можно использовать для работы моторов и зажигания лампочек. Дисплей мультиметра отображает количество Джоулей энергии, запасенных в солнечной батарее (Рис. 14), а также входные и выходные ток, напряжение и мощность.



Рис.13. Мультиметр



Рис.14. Солнечная батарея

Таким образом, в безветренную погоду возможно переключение аккумуляции энергии с турбины на солнечные батареи.

7. Ветрогенератор

В проекте дополнительно используется ветрогенератор (Рис.15), подключенный к мультиметру, отображающему количество энергии, сгенерированной при движении лопастей ветрогенератора. Ветер обладает кинетической энергией, которая способна превращаться в механическую энергию ротора. Далее устройство превращает механическую энергию в электрическую. Таким образом, можно получать электроэнергию бесплатно.



Рис. 15. Ветрогенератор

8. Солнечная батарея.

Солнечные панели (Рис.14) собирают лучи. Они попадают на фотоэлектрический слой. Солнечный свет приводит к высвобождению электронов из двух слоев. На освободившееся место из первого слоя встают электроны второго слоя. Происходит постоянное движение электронов, что приводит к естественному образованию напряжения на внешней цепи. В результате один из фотоэлектрических слоев приобретает отрицательный заряд, а второй – положительный. Эти действия приводят в работу аккумулятор. Он начинает набирать и хранить заряд.

1.6. Преимущества экологичного комплекса по автоматической сортировке отходов

Экологичный комплекс по автоматической сортировке отходов позволит решить такие задачи в рамках улучшения качества жизни и здоровья горожан с использованием преимуществ «Умного» города:

1. Экономия используемых ресурсов: увеличение количества качественного сырья для вторичной переработки за счет отдельного сбора отходов (отходы сортируются по фракциям сразу, стекло отсортировано по цветам). Как следствие, снижение поступления отходов на полигоны, замедление роста свалок, экономия природных ресурсов.

2. Оптимизация процесса вывоза мусора и снижение расходов коммунальных служб на вывоз мусорных баков, отсутствие свалок мусора в дворах (автоматический контроль заполняемости баков).

3. Повышение энергоэффективности процессов: использование экологически чистой энергии (солнце и ветер) для обеспечения работоспособности экологичного комплекса по автоматической сортировке отходов, как следствие никаких вредных выбросов в окружающую атмосферу, и неисчерпаемость этих ресурсов.

4. Повышение экологической безопасности каждого из нас, как следствие, снижение воздействия на природу и наше здоровье.

5. Возможность тиражирования подобного опыта по автоматической сортировке отходов с использованием «зеленой» энергии в другие регионы (после апробации, запуска в нашем городе).

Разработанный нами комплекс является прототипом реального механизма, который мог бы быть применен на площадках по отдельному сбору отходов.

Преимущества экологичного комплекса по автоматической сортировке отходов по сравнению с текущим процессом отдельного сбора отходов на текущем этапе работы нельзя оцифровать, но они, несомненно, есть, о чем описано выше. На примере автоматической сортировки стекла, например,

теоретически можно отметить уже преимущества автоматизации сортировки стеклянных отходов (Табл.3):

Таблица 3.

Преимущества автоматизации сортировки стеклянных отходов

Критерий:	Ручная сортировка	Автоматическая сортировка
Время	медленно	быстро
Участие человека	полностью ручной труд, "грязная" работа	исключение ручного труда
Объем вторсырьев как сырья для заводов	мало, т.к. невозможно сортировать бой стекла	значительно больше
Окружающая среда	96% отходов стекла остается на мусорных полигонах (<i>данные по опросам экспертов</i>)	снижение отходов стекла на мусорных полигонах

Также теоретически можно показать на расчетах, что мусор может приносить реальные доходы, посчитать эффект от организованного комплекса по автоматической сортировке отходов около нашего лицея (без расчета расходной части на его установку и т.п.).

Расчеты проведены из нижеуказанных допущений (Табл.4).

Таблица 4.

Расчеты

Количество учеников и учителей в школе	1 536 человек (по данным офиц.сайта МБОУ ГЮЛ 86)
Количество лиц, которые ежедневно используют пункт РСО в школе	300 человек
Наиболее популярный вид отходов от пассажиров в баках для РСО:	
• Бумага, картонная упаковка:	<i>вес 1 картонной коробки в среднем 30 гр.</i>
• Пластиковые бутылки от газировки, минералки:	<i>вес 1 пластиковой бутылки в среднем 30 гр.</i>
• Стеклянные бутылки:	<i>вес 1 стеклянной бутылки 0,5л. 340 гр.</i>
Предположим, что 300 человек используют баки РСО, в т.ч. 100 человек сдают хотя бы по 1 стеклянной бутылке в день.	

В итоге, мы получаем, что в месяц возможный доход от сдачи накопленных вторресурсов на пункте РСО может принести порядка 7 тыс. руб. (Табл.5):

Таблица 5.

Доход от сдачи накопленных вторресурсов на пункте РСО

Раздельный сбор отходов	Объем / сутки, кг.	Стоимость вторсырья, руб/кг.	Возможный доход от сдачи переработчикам, руб.
Бумага, картонная упаковка	9	5 Р	45 Р
Пластиковые бутылки от газировки, минералки	10,5	15 Р	158 Р
Стеклянные бутылки от газировки, воды	34	1 Р	34 Р
Итого возможный доход в день			237 Р
Итого возможный доход в мес.			7 095 Р

В части расчета эффективности применения «зеленой» энергии можно сказать, что неоспоримый плюс альтернативных источников энергии – их неисчерпаемость. При этом, несомненно, специализированной компанией, производящей установки для ветрогенерации, под конкретный реальный проект будут просчитаны финансовые расходы.

Для реализации проектов, подобно предложенному нами, в реальной жизни потребуются значительные финансовые вложения. Но это тема уже другого проекта, проекта по оценке эффективности проектов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования мы достигли поставленной цели: разработали экологичный комплекс по автоматической сортировке отходов, точнее, прототип реального механизма на базе LEGO Mindstorms EV3, который мог бы быть применен на площадках по раздельному сбору отходов.

Нами были решены следующие задачи:

- 1) Изучили организацию текущего процесса сортировки отходов.
- 2) Провели опросы горожан о принципах «умного города», в т.ч. экологичного образа жизни;
- 3) Изучили виды возобновляемой энергии;
- 4) Изучили практический опыт жителей г. Ижевска и жителей других стран по обращению с отходами.
- 5) Сконструировали прототип экологичного комплекса по автоматической сортировке отходов на базе LEGO Mindstorms EV3.
- 6) Апробировали в действии экологичный комплекс по автоматической сортировке отходов, запрограммировав собранную модель в программной среде LEGO Mindstorms EV3.

Гипотеза, выдвинутая в начале работы, подтвердилась в ходе исследования: "умные" технологии сортировки отходов могут положительно повлиять на экологическую обстановку через популяризацию раздельного сбора отходов.

В рамках исследования мы показали на примере разработанного прототипа комплекса по сортировке, что процесс сортировки отходов на площадках по раздельному сбору отходов можно автоматизировать и экологизировать, получив при этом достаточно плюсов.

Реализация проекта по запуску экологичного комплекса по автоматической сортировке отходов имеет такие преимущества для Ижевска как Smart-city:

- Энергоэффективность и экономия используемых ресурсов за счет применения ветряных турбогенераторов и солнечных батарей в качестве источников возобновляемой энергии ветра.

- Экологическая безопасность за счет использования передовых «зеленых» технологий: отдельный сбор отходов с элементами автоматизации.

Следующим шагом может запланировать презентацию идеи по автоматизации процесса сортировки стекла и применения «зеленой» энергии для возможной реализации Регоператором Удмуртии на мусорных полигонах, в пунктах приема вторресурсов.

Минусы, конечно, тоже найдутся, т.к. для реализации таких проектов в реальной жизни потребуются значительные финансовые вложения. Главное, знать возможности и желание их применять.

Несомненно, будут и те, кто не согласится с целесообразностью и выгодой во внедрении таких решений. Но надеемся, что примеры экологически «умных» городов, знания о том, что подобные решения реально помогают сохранять ресурсы, улучшать экологию и беречь наше здоровье, замотивируют каждого к новым привычкам, заставят задуматься каждого из нас о нашем вкладе в будущее нашей общей Зеленой планеты. Не внедрять системы «умного» города уже нельзя – это требования нашей реальности.

Задача каждого из нас – снизить разрушительное воздействие на экологию. Начни с себя. И мир станет чище и лучше!

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сайт <https://trends.rbc.ru/trends/green> «Зеленая» энергетика»
2. Сайт <https://lenta.ru> «В переработку. Мифы и реальность раздельного накопления отходов», 02.06.2020
3. <https://www2.deloitte.com/ru/ru/pages/energy-and-resources/articles> «Возобновляемая энергия для «умных» городов: пища для ума»
4. Статья «Цифровой город 2020 (проект цифровизации городов в России)
5. Сайт <https://esquire.kz/cities-in-motion-2020-same-umne-goroda-v-mire/#part=2> «Cities in Motion 2020: самые «умные» города в мире»
6. Сайт <https://center2m.ru/smart-city-about> «Умный город»
7. Сайт <https://trends.rbc.ru/trends/green/5ee9dc6c9a7947091ee27961> «Инновации мусорного сектора: фандоматы, датчики и умная сортировка»
8. <https://trends.rbc.ru/trends/green> «Возобновляемые источники энергии»
9. Сайт <https://vtorothodi.ru/pererabotka/vtorichnaya-pererabotka-stekla>
10. Сайт <http://www.greenpeace.org/russia/ru>
11. Сайт регоператорудмуртии.рф
12. Сайт Министерства цифрового развития Удмуртской республики <https://msur.ru/news/52263/>
13. Официальный сайт города Ижевск <https://www.izh.ru/i/info/27038.html>

Опрос |

Опрос Smart экология

1. Знакомы ли Вы с понятием «Умный» город?

Да

Нет

2. Экологическая безопасность – это крайне важно для каждого из нас. Согласны ли Вы с этим утверждением?

Согласен(на)

Не согласен(на)

А что такое экологическая безопасность?

3. В моей семье отходы сортируются и сдаются на переработку:

Да

Нет

⋮

4. Я не занимаюсь разделным сбором отходов, так как (для тех, кто ответил НЕТ в п.3):

Не знаю, куда сдавать отходы отдельно

Просто не хочу, это не важно

Выкидывая все в один мусорный бак, все равно все на мусорную свалку едет

IT-технологии помогут повысить экологичность утилизации отходов:

Согласен(на)

Не согласен(на)

Не понимаю, о чем идет речь

«Умный» мусорный бак – миф или реальность:

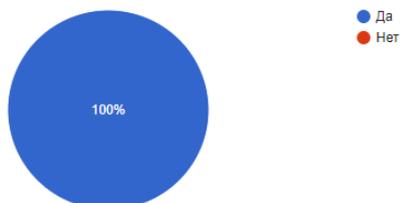
Миф

Реальность

НЕ понимаю, о чем идет речь

1. Знакомы ли Вы с понятием «Умный» город?

3 ответа



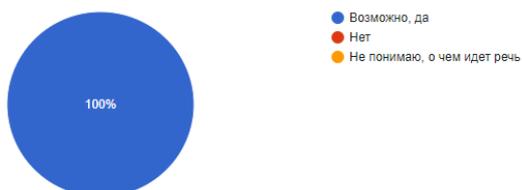
2. Согласны ли Вы, что есть взаимосвязь здоровья человека с экологической безопасностью?

3 ответа



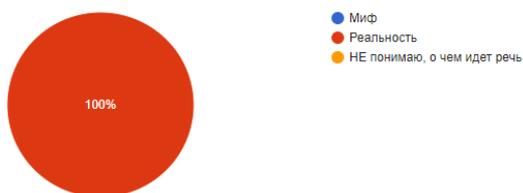
IT-технологии помогут повысить экологичность утилизации отходов:

3 ответа



«Умный» мусорный бак – миф или реальность:

3 ответа



Согласны ли Вы с тем, что "умные" технологии сортировки отходов (автоматизация РСО+ВИЭ) будут интересны населению, и способствуют дальнейшей популяризации РСО:

3 ответа



1. Реализацию каких проектов Вы бы приветствовали в городе Ижевске?

На этот вопрос ответило: 86 (100%) опрошенных

1. «умный светофор»: корректировка интервалов режимов сигналов светофоров на основе анализа данных загруженности городских дорог	52 (60.47%)
2. «умный переход»: установка на опасных нерегулируемых переходах светофоров, которые автоматически регулируют время включения и длительность интервалов режимов сигналов светофоров на основе анализа загруженности городских дорог и количества подошедших к переходу пешеходов	32 (37.21%)
3. «умный общественный транспорт»: оснащение пассажирского транспорта бесконтактными картами безналичной оплаты проезда, счетчиками пассажиров, информационными мониторами и табло	35 (40.7%)
4. «паркон на транспорте»: оснащение городского транспорта подвижными системами фото-видео фиксации нарушений ПДД в области неправильной парковки и движения по полосам общественного транспорта, парковки в зоне остановок общественного транспорта и на обочинах, мешающим движению общественного транспорта	19 (22.09%)
5. «умная остановка»: оборудование остановок информационными табло о движении пассажирского транспорта, «тревожными кнопками», камерами видеонаблюдения, освещением	51 (59.3%)
6. «умная парковка»: единая городская система учета парковочных мест, мониторинг свободных мест, возможность удаленного бронирования и оплаты с помощью мобильных устройств	17 (19.77%)
7. «мониторинг общественного транспорта»: получение информации о подвижном составе, остановках, маршрутах, времени прибытия общественного транспорта через мобильное приложение или через интернет-браузер	36 (41.86%)
8. «запись в школу, детский сад»: первичная запись в очередь в 1-й класс и в детский сад	27 (31.4%)
9. «электронный дневник»: электронный дневник (домашнее задание и журнал успеваемости)	26 (30.23%)
10. «школьная карта»: единая электронная карта управления доступом учеников в школу и питания школьников в столовой	25 (29.07%)
11. «запись на прием к врачу»: запись к врачу в государственные лечебные учреждения	34 (39.53%)
12. «дежурный доктор»: оказание консультации в режиме «вопрос-ответ» врачами-специалистами различных направлений на едином медицинском портале города	35 (40.7%)
13. «электронные медицинские карты»: медицинские карты пациентов лечебных учреждений для внутреннего использования в составе государственной информационной системы здравоохранения Удмуртской Республики	40 (46.51%)
14. «социальное такси»: возможность для маломобильных групп населения вызывать такси по льготным ценам, система интернет заказов таких автомобилей	21 (24.42%)
15. «говорящий город»: система голосового/звукового информирования и ориентирования инвалидов по зрению и других маломобильных групп населения в городской среде	25 (29.07%)
16. «умный домофон»: предоставление доступа в подъезд с помощью мобильных телефонов, распознавания лиц, удаленное управление с помощью смартфона замком домофона, видеосъемка придомовой территории	31 (36.05%)
17. «умные счетчики»: установка квартирных счетчиков потребления услуг ЖКХ с возможностью передачи информации о потребленных услугах	33 (38.37%)
18. «интеллектуальная система водо- и теплоснабжения»: внедрение интеллектуальных, энергосберегающих технологий в городских системах водо- и теплоснабжения. Автоматическое регулирование температуры подаваемого теплоносителя на основе температуры окружающей среды, значений датчиков и показаний общедомовых счетчиков, мониторинг состояния сетей	48 (55.81%)
19. «утилизация отходов»: умные мусорные контейнеры, которые информируют о степени наполненности	29 (33.72%)
20. «безопасный город»: формирование безопасной городской среды путем развития сети камер видеонаблюдения в общественных местах массовых скоплениях граждан, а также во дворах и придомовых территориях	39 (45.35%)
21. «тревожная кнопка»: установка антивандалных «тревожных кнопок», при нажатии на которую осуществляется связь с оперативным дежурным и включаются камеры видеонаблюдения	30 (34.88%)
22. «сделаем Ижевск лучше»: возможность подачи через интернет-браузер или мобильное приложение обращений по выявленным проблемам (ремонт дорог, порывы труб, незаконное строительство и т.п.), контроль исполнения поданных заявок на интерактивной карте города	54 (62.79%)
23. «активный гражданин»: создание сервиса (портала) взаимосвязи муниципальной власти и горожан по вопросам общественной жизни города, организация различных опросов и голосований по актуальным вопросам, привлечение активных граждан к участию в решении городских вопросов	38 (44.19%)